



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**TEST ADAPTATIVOS INFORMATIZADOS PARA
INVIDENTES: UNA ALTERNATIVA PARA EVALUAR CON
EQUIDAD**

Gillen Javier Jiménez López

Tesis para optar al título de Magister en Psicología

Universidad Nacional de Colombia

2019

Agradecimientos

A mi mamá, papá, hermanos e hijas. Con especial gratitud a mi esposa, quien contribuyo con su amor y paciencia en el logro de este objetivo.

A mi tutora, Dra. Aura Nidia Herrera, quien con sabiduría supo encaminar mis esfuerzos, y no desorientar el camino.

A los integrantes del grupo de investigación “Métodos e Instrumentos para investigación en Ciencias del Comportamiento” por sus observaciones y sugerencias durante el desarrollo de la investigación.

A la Dirección de Investigación sede Bogotá (DIB) de la Universidad Nacional de Colombia y al Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) por la financiación del proyecto *Diseño de una estrategia integral de evaluación alternativa en personas con y sin limitación visual.*

“Reconociendo la importancia que para las personas con discapacidad reviste su autonomía e independencia individual, incluida la libertad de tomar sus propias decisiones”

Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad, literal “n” del preámbulo.

Asamblea General de las Naciones Unidas el 13 de diciembre de 2006

Resumen

Este documento pone de relevancia el uso de tecnologías informatizadas como alternativas para procesos de evaluación psicológica dirigidas a población con discapacidad visual o ceguera, mediante el uso Test Adaptativo Informatizado (TAI), desarrollado bajo la Teoría de Respuesta al Ítem (TRI). El instrumento TAI se desarrolla bajo el modelo de Rasch o de un parámetro para la calibración del banco de ítems y el empleo de algoritmos adaptativos basados en estimaciones de máxima verosimilitud para garantizar condiciones de validez, confiabilidad y precisión acorde con los estándares psicométricos internacionales; aplica los principios de accesibilidad informática a partir del manual Web Content Accessibility Guidelines - WCAG 2.01 a nivel de software y de hardware. Se propone los TAI como una alternativa para la evaluación psicológica que garantice la aplicación de derechos universales y como opción para reducir la inequidad en poblaciones con condiciones físicas especiales.

Palabras clave: *Teoría de Respuesta al ítem (TRI), Test Adaptativos Informatizados (TAI); Discapacidad visual, Ceguera.*

Abstract

This document underscores the importance the use of computerized technologies as alternatives for psychological assessment processes aimed at blind or low vision population, using Computerized Adaptive Test (CAT) developed under the item response theory (IRT). CAT is developed under the Rasch model or one parameter for calibrating the item bank and using adaptive algorithms based on maximum likelihood estimates to ensure conditions of validity, reliability and accuracy in line with international psychometric standards; applies the principles of accessibility information from the Web Content Accessibility Guidelines Manual 2.01 - WCAG for software and hardware. CAT is proposed as an alternative for psychological evaluation to ensure the application of universal rights and as an option to reduce inequity in populations with special physical conditions.

Keywords: *Item response theory (IRT), computerized adaptive testing (CAT); Visual Impairment, Blindness*

Tabla de contenido

Tabla de contenidos

Agradecimientos	ii
Resumen	iv
Abstract.....	v
Tabla de contenidos	vi
Lista de tablas	viii
Lista de figuras	ix
Introducción.....	10
Revisión bibliográfica	16
Acceso y procesamiento de información en personas invidentes	21
Pruebas adaptativas	22
Test Adaptativos Informatizados (TAI).	24
El uso de la tecnología como acomodación para la discapacidad visual	31
Método.....	34
Fase 1:	34
Participantes	34
Instrumentos	36
Procedimiento.....	37
Fase 2:	46
Participantes.	46
Instrumentos.	47
Procedimiento.....	48
Resultados.....	50
Fase 1. Análisis y diseño del sistema.....	50
Revisión de procedimientos TAI.....	50
Características tecnológicas del TAI.....	52

Tabla de contenido

Normas de accesibilidad informática	53
Principios de accesibilidad y usabilidad considerados en el desarrollo a nivel de software.	54
Requisitos de accesibilidad a nivel de hardware.	56
Construcción y estructuración de los módulos	58
Aspectos informáticos del TAI	63
Análisis iniciales para la calibración del banco de ítems.....	64
Características generales del banco de ítems para el TAI.....	67
Fase 2. Implementación y pilotaje del prototipo TAI.....	70
Prueba de usabilidad	70
Familiaridad informática.	70
Percepción de satisfacción en el uso del TAI.....	71
Prueba de eficiencia del TAI	75
Conclusiones y discusión	80
Referencias	86
APENDICE A. Instrumento Familiaridad Informática	91
APENDICE B. Instrumento VP – Prueba de Usabilidad	93
APÉNDICE C. Modelo de la base de datos.....	95
APENDICE D. Frecuencia de exposición de los ítems del banco del TAI.....	96
APENDICE E. Estadísticos calibración ítems del banco de preguntas del TAI	97
APENDICE F. Diccionario de datos del TAI.....	103

Lista de tablas

Tabla 1. Distribución de la discapacidad visual y ceguera en Colombia según el grupo de edad.	17
Tabla 2. Comparación entre la población general y con limitación visual según el grupo de edad....	17
Tabla 3. Nivel educativo máximo alcanzado por personas con discapacidad visual y ceguera año 2010.....	18
Tabla 4. Cantidad de estudiantes del piloto del banco de ítems según municipio de la aplicación	36
Tabla 5. Número de ítems y de evaluados por forma de prueba para la calibración del banco de ítems del TAI.....	45
Tabla 6. Revisión de procedimientos de la estrategia de arranque.....	50
Tabla 7. Revisión de procedimientos de estimación de la habilidad.....	51
Tabla 8. Revisión de procedimientos de selección de ítems	51
Tabla 9. Revisión de criterios de parada.....	52
Tabla 10. Principios de accesibilidad y usabilidad empleados en el desarrollo del software ...	54
Tabla 11. Principios de accesibilidad considerados a nivel de hardware	56
Tabla 13. Matriz factorial forma 1	65
Tabla 14. Matriz factorial forma 2	65
Tabla 15. Matriz factorial ajustada forma 1	66
Tabla 16. Matriz factorial ajustada forma 2	66
Tabla 17. Resumen estadísticos estudiantes forma 1	66
Tabla 18. Resumen estadísticos estudiantes forma 2	67
Tabla 19. Estadísticos descriptivos de la calibración del banco para el	68
Tabla 20. Estadísticos descriptivos del tiempo de respuesta por cada ítem	75
Tabla 21. Estadísticos descriptivos de la tasa de exposición del tai.....	76
Tabla 22. Exposición o número de presentaciones (pre) de los ítems del tai y su tasa de exposición.....	76
Tabla 23. Resumen estadísticos ítems banco TAI.....	97

Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Módulos del TAI	59
<i>Figura 2.</i> Configuración de teclas para el tai y la función asignada	61
<i>Figura 3.</i> Flujograma general aplicación de tai para población con discapacidad visual y ceguera.....	62
<i>Figura 4.</i> Arquitectura del sistema tai diseñado para población con discapacidad visual y ceguera.....	64
<i>Figura 5.</i> Mapa ítems-personas banco TAI.....	69
<i>Figura 6.</i> Mapa ítems-personas banco TAI.....	74
<i>Figura 7.</i> Distribución de las respuestas en la pregunta 8 del instrumento PV	78
<i>Figura 8.</i> Distribución de las respuestas en la pregunta 8 del instrumento PV	79
<i>Figura 9.</i> Media de la función de información según la posición del ítem seleccionado	79
<i>Figura 10.</i> Frecuencia de exposición de los ítems del banco (245) ítems distribuido en la escala de dificultad	96

Introducción

El presente trabajo hace parte de la línea de investigación en Métodos e Instrumentos para la Investigación en Ciencias del Comportamiento de la Maestría en Psicología de la Universidad Nacional de Colombia. El objetivo diseñar y elaborar un prototipo de Test Adaptativo Informatizado (TAI) con adecuadas características psicométricas dirigido a evaluar atributos psicológicos en población con discapacidad visual o ceguera en condiciones de autonomía y seguridad. Con este trabajo se busca integrar la tecnología disponible, así como la teoría y la técnica psicométrica para generar nuevas opciones de evaluación desarrolladas para la población con discapacidad visual o ceguera, innovando en técnicas que faciliten la aplicación de test con cierta autonomía mediante la cual se logren adecuados niveles de precisión en el proceso de estimación del atributo medido. Este trabajo centra su interés en la evaluación y medición objetiva de atributos psicológicos en población con discapacidad visual y ceguera.

Las pruebas psicológicas son empleadas en diversas áreas con el fin de obtener información respecto a un rasgo o atributo particular de un individuo. La información obtenida apoya la toma de decisiones en procesos relacionados con la clasificación y/o selección de un individuo o un grupo. En este sentido es importante que el instrumento utilizado tenga adecuados niveles de validez y confiabilidad, por lo que cuando intervienen variables irrelevantes en el proceso de evaluación que afectan la calidad de la medición, su validez y por ende las decisiones que se puedan tomar con base en ésta.

En Colombia existen instituciones encargadas de hacer evaluaciones con fines de selección y clasificación, principalmente en la aplicación de pruebas escritas de conocimientos, como por ejemplo las pruebas SABER desarrolladas por el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES), las cuales se llevan a cabo a través de papel y lápiz. En el caso de la población con discapacidad visual o ceguera colabora un lector especializado, quien lee y marca las respuestas que el examinado determina como correctas.

Aún con los avances técnicos y tecnológicos, generalmente se tiene como procedimiento para la aplicación de pruebas de conocimientos dirigidas a evaluar a población con discapacidad visual o ceguera la ayuda de un lector capacitado por el Instituto Nacional para Ciegos (INCI)

en competencias lectoras y comunicativas, cuya labor se centra en la lectura del enunciado junto con los distractores y el diligenciamiento de la hoja de respuestas.

Pese a estas estrategias de apoyo, el INCI ha reportado que en promedio las calificaciones obtenidas por los estudiantes invidentes de grado once en la prueba SABER aplicada en el año 2009 fueron menores que las de la media nacional de videntes, de igual forma, en un estudio realizado por la Universidad Nacional de Colombia –UN- y el INCI (Moreno, M y Rubio, S. 2011), sobre el contexto y situación de la población con discapacidad visual o ceguera en Colombia, aunque apenas se reconoce esta diferencia, se indica que existen leves diferencias entre los promedios alcanzados por todos los estudiantes y aquellos con limitación visual en los años 2006, 2007, 2008 y 2009.

Una investigación desarrollada por el Laboratorio de Psicometría, en el proyecto *Procedimiento para establecer equivalencia en las puntuaciones de pruebas de aplicación masiva, en personas con y sin LV* llevado a cabo entre 2010 y 2012, encontró evidencias de que las personas en condición de discapacidad visual o ceguera obtienen resultados comparativamente menores a los de la población vidente e identificó ítems que funcionaban diferencialmente entre videntes y no videntes en la subprueba de Lenguaje de la prueba SABER 11. Estos resultados se muestran en las tesis de maestría de Soler (2013) y Espinosa (2013).

En los datos del Censo del año 2005¹ se reportó que en Colombia habitan 1.134.085 personas que manifestaron tener una limitación para “Ver a pesar de usar lentes o gafas”, lo que corresponde al 43,2% de la población con al menos un tipo de limitación física permanente (DANE, 2005). Desde el año 2010, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE-, en Colombia, transfirió al Ministerio de Salud y Protección Social el Registro y Localización de Personas con Discapacidad (RLCPD), una base de datos oficial que actualiza información y datos sobre esta población. El Ministerio de Salud y Protección Social (2015), a través de la Sala Situacional de Personas con Discapacidad, elaboró un informe en el que proyectó el total de personas con discapacidad en 3.051.217, manteniendo la tasa de prevalencia en 6,3%.

¹ El último censo oficial poblacional realizado en Colombia se llevó a cabo en el año 2005. Al término de este documento no había información actualizada sobre esta condición en la población total en Colombia.

En el Boletín 10 del Observatorio Nacional de Discapacidad (MEN, 2018) reporta que en abril de 2018 se han identificado 1.404.108 personas con discapacidad, lo cual corresponde al 52% del dato de referencia del DANE 2005. El INCI (2015) reporta una cuantificación de la población con discapacidad visual. De acuerdo con ellos, con base en los datos del RLCPD-MinSalud se cuantifica en 438.711 personas con discapacidad visual registradas, de estos 23.459 niños, niñas y jóvenes con discapacidad visual en edad escolar.

Para este mismo año, el Sistema de Información de Matrículas – SIMAT del Ministerio de Educación Nacional reportó que estaban matriculados 12.510 niños, niñas y jóvenes con discapacidad visual en instituciones de educación pública en Colombia, una cifra menor a la registrada para el año 2009, cuando se reportó que hubo 12.835 personas con limitación visual matriculadas en cualquier grado escolar, de estos el 88,6% fueron diagnosticados por un experto con baja visión y el 11,4% invidentes. El 92,1% de dichas personas aprobaron el curso, mientras que el 7,9% restante no culminaron los estudios, reprobaron el curso y/o no estudiaron (INCI, 2010). Este porcentaje llama la atención al compararlo con las cifras de deserción para educación preescolar, básica y media entregados por el Ministerio de Educación Nacional, que para el año 2009 se situó en 5,15% (MEN, 2010).

El INCI (2010) reportó, tomando como base los datos del Ministerio de Educación Nacional del SIMAT 2009, que el aumento en la tasa de cobertura de educación básica fue mayor para la población general en un 30,1% en comparación con la población con discapacidad visual; en este mismo documento se indica que el 31,6% de personas mayores de 15 años con LV son analfabetas frente a un 6,6% de la población vidente en el mismo rango de edad. Estos datos evidencian la desigualdad a la que están sometidas las personas con LV en el ámbito educativo, a pesar de los esfuerzos hechos por las instituciones nacionales.

De acuerdo con la Ley 361 de 1997, el Ministerio de Educación y el ICFES son los encargados de establecer los procedimientos y mecanismos especiales que faciliten a las personas con limitaciones físicas y sensoriales la presentación de exámenes de estado; así mismo, la Ley 1145 de 2007 establece en sus artículos segundo y tercero los principios generales de las políticas para la discapacidad, entre los cuales se destacan: la equidad, entendida como la igualdad de oportunidades a través de la inclusión de esta población sin ningún tipo de

discriminación; y la equiparación de oportunidades, que se refiere a unas medidas orientadas a eliminar las barreras de acceso a oportunidades de orden físico, ambiental, social, económico y cultural que impiden el goce y disfrute de los derechos.

Finalmente el Decreto 1421 del 29 de agosto de 2017, expedido por el Ministerio de Educación Nacional el cual reglamenta la ruta, el esquema y las condiciones para la atención educativa a la población con discapacidad, que se da en el marco de la Ley 1618 de 2013, el cual establece las disposiciones para garantizar el pleno ejercicio de los derechos de las personas con discapacidad y ordena a las entidades públicas en Colombia la responsabilidad de la inclusión real y efectiva de las personas con discapacidad.

De acuerdo con lo anterior, esta investigación plantea que un Test Adaptativo Informatizado (TAI) ofrece mejores ventajas en comparación con la estrategia actual empleada para evaluar personas con limitación visual, es decir a través de un lector especializado, dada su flexibilidad en la aplicación de los ítems, alta precisión en la evaluación, eficiencia en la estimación de la habilidad de los individuos y la posibilidad de dar respuestas autónomas e independientes durante la aplicación.

Con base en el modelo de teoría de respuesta al ítem (TRI) se desarrollan TAIs para fines de evaluación educativa y psicológica, que consisten básicamente en administrar, presentar y responder preguntas sucesivas a través de un computador hasta estimar el nivel apropiado de atributo o rasgo para un individuo (Ponsoda & Olea, 2004). En otras palabras, se trata de una prueba que va seleccionando progresivamente los ítems adaptándose al nivel de competencia manifestado por el evaluado hasta lograr un alto grado de precisión en la estimación del nivel de habilidad. Un supuesto básico de la TRI es que se pueden hacer estimaciones invariantes de las propiedades psicométricas de los ítems independientemente del nivel del rasgo de las personas (Olea & Ponsoda, 2002), esto indica que las características psicométricas de los ítems no dependen de la población con la que fue validado inicialmente el ítem, sino que se pueden hacer comparaciones apropiadas entre diferentes poblaciones a partir de un mismo ítem o conjunto de ítems. Por otro lado permite obtener índices de precisión, tanto del test como del ítem a partir del nivel de habilidad de los individuos (Gómez & Hidalgo, 2003).

Los avances actuales en tecnología y los sistemas, facilitaron el desarrollo de los TAI, principalmente en el diseño y ejecución de los algoritmos para la estimación de la habilidad y la selección de los ítems, así mismo existen ventajas prácticas en su aplicación, como la mejora en la seguridad de los test, reducción del tiempo de aplicación, alta precisión en el nivel de habilidad de los individuos con un número reducido de ítems, disponer de ítems calibrados en los diferentes niveles de la habilidad, particularmente en los niveles extremos, siempre que se disponga de un amplio banco de ítems (Olea & Ponsoda, 2002). Pese a las ventajas del TAI, en comparación con los test de papel y lápiz, existen algunas limitaciones para desarrollar y aplicar este tipo de pruebas como el alto costo para su desarrollo, principalmente atribuido al gran tamaño del banco de ítems y al proceso de calibración de los mismos. (Olea & Ponsoda, 2002).

Un adecuado diseño informático de hardware y software, aplicado para población con limitaciones visuales, permite mejorar la experiencia del examinado al enriquecer el ambiente de aplicación con el uso de sonido y la posibilidad de responder mediante micrófono o a través del teclado o mouse, lo cual ofrece una mayor autonomía en la aplicación en comparación con las actuales estrategias. Suministrar una prueba adaptada al nivel de habilidad del sujeto, disminuye sustancialmente el tiempo para responder a un test, reduce el agotamiento o cansancio por extensas aplicaciones que pueden afectar la calidad de las respuestas.

Este trabajo tiene como objetivo general diseñar y elaborar un prototipo de Test Adaptativo Informatizado (TAI) con adecuadas características psicométricas dirigido a evaluar atributos psicológicos en población con discapacidad visual o ceguera o con baja visión en condiciones de autonomía y seguridad.

Para cumplir el objetivo general son necesarios los siguientes objetivos específicos:

1. Diseñar un prototipo de Test Adaptativo Informatizado (TAI) para evaluar diferentes atributos psicológicos en población con discapacidad visual o ceguera, que mejore la autonomía en la respuesta del examinado y la seguridad en el proceso de evaluación.
2. Desarrollar el software TAI que haga las estimaciones y reestimaciones de los parámetros de los ítems y los individuos.

3. Obtener evidencias del funcionamiento del prototipo de TAI en población con discapacidad visual y ceguera, tomando como insumo para la aplicación un banco de ítems de comprensión de textos.

Revisión bibliográfica

Según la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-11, Revisión 2018), la función visual se clasifica en: Sin discapacidad visual; Discapacidad visual leve; Discapacidad visual moderada; Discapacidad visual severa y ceguera binocular y monocular. Las formas de discapacidad visual (leve, moderada y severa), se les denomina baja visión y en conjunto con la ceguera, representan los casos de discapacidad visual (OMS, 2017).

La discapacidad visual es la deficiencia funcional del órgano de la visión, las estructuras y sus funciones, incluidos los párpados (OMS, 2013), está determinada por los niveles de deterioro de la función visual, y se establece tras la medición de la agudeza visual y del campo visual de cada uno de los ojos por separado. La OMS (2017) define la ceguera como una agudeza visual de presentación inferior a 3/60, o una pérdida del campo visual a menos de 10°, en el mejor ojo. La discapacidad visual grave abarca una agudeza visual inferior a 6/60 e igual o superior a 3/60, y la discapacidad visual moderada, una agudeza visual entre 6/18 y 6/60.

La baja visión limita las capacidades de las personas cuando realizan actividades cotidianas, aunque su efecto es moderado con la ayuda de dispositivos especiales o adaptaciones sencillas, en el caso de la ceguera se requiere de adaptaciones orientadas a estimular otras vías sensoriales para la interacción del individuo con el exterior.

La OMS (2017) estima que las personas con discapacidad visual son aproximadamente 253 millones, de las cuales 36 millones tienen ceguera y 217 millones otra discapacidad. En el contexto colombiano, la cifra oficial fue suministrada en el Censo poblacional de 2005, el cual registró la cantidad de personas con discapacidad en Colombia y de este grupo se extrae las personas que tienen dificultad para ver a pesar de contar con ayuda.

El Dane (2010) informó que de 41.468.384 colombianos, el 6,3% presenta al menos una limitación física permanente, esto es 2.624.898 de personas, de las cuales el 43,2% tienen ceguera o discapacidad visual, es decir 1.134.085 de colombianos presentaban esta condición para el año 2005. El Ministerio de Salud y Protección Social realizó una proyección de las personas con discapacidad en Colombia que cifró en 3.051.217, sin embargo el ejercicio consiste en calcular el porcentaje de personas con discapacidad reportado en 2005 sobre el

número total de colombianos proyectados para el 2015. Un reporte más actual lo ofrece el INCI (2015), basado en el *Registro para la Localización y Caracterización de Personas con Discapacidad- RLCPD-* para el año 2014, el cual es administrado por el Ministerio de Salud y Protección Social, en el que registra que un total de 1.121.274 personas con discapacidad se habían registrado en este instrumento, lo cual corresponde a 42,7% de personas indicadas en el Censo de 2005, ultimo disponible. Se registraron 438.711 personas con discapacidad visual y ceguera.

El grupo etario que presenta un mayor porcentaje de ceguera y discapacidad visual es el que corresponde al rango de edad de 50 a 69 años (ver tabla 1), siendo el 32,08% de esta población. El menor porcentaje está en las edades de 0 a 9 años, sin embargo al comparar estos porcentajes con el mismo grupo de edad en la población general esta proporción cambia y se observa que el grupo de edad de 70 a 115 años es el que mayor casos con discapacidad visual y ceguera presenta con un 17,79% (ver tabla 2).

Tabla 1.
Distribución de la discapacidad visual y ceguera en Colombia según el grupo de edad.

EDAD	Población DV_C*	Porcentaje
50 a 69	363.836	32,08%
30 a 49	262.069	23,11%
70 a 115	256.132	22,59%
10 a 19	109.112	9,62%
20 a 29	83.658	7,38%
0 a 9	59.245	5,22%
Total	1.134.052	100%

*Datos tomados del DANE (2005) Censo General

Tabla 2.
Comparación entre la población general y con limitación visual según el grupo de edad

EDAD	Población DV_C*	Población nacional	Porcentaje
70 a 115	256.165	1.696.156	17,79%
50 a 69	363.836	5.311.785	7,35%
30 a 49	262.069	10.860.263	2,47%
10 a 19	109.112	8.272.800	1,34%
20 a 29	83.658	6.922.606	1,22%
0 a 9	59.245	8.404.774	0,71%
Total	1.134.085	41.468.384	2,81%

*Datos tomados del DANE (2005) Censo General

En otros resultados del DANE (2010) se muestra el nivel educativo alcanzado por las personas con discapacidad visual y ceguera. De una muestra de 126.814 personas con esta discapacidad se halla que el 26.5% no ha estudiado y el 30,5% no terminó la educación básica primaria, el 3,21% son bachilleres (secundaria completa) y el 2,8% continuó sus estudios superiores (ver tabla 3).

Tabla 3.
Nivel educativo máximo alcanzado por personas con discapacidad visual y ceguera año 2010

Nivel educativo	Total	Porcentaje
Menor de tres años	922	0,70%
Preescolar incompleto	2.800	2,20%
Preescolar completo	1.509	1,30%
Primaria incompleto	38.703	30,50%
Primaria completo	18.068	14,30%
Secundaria incompleto	22.366	17,60%
Secundaria completo	458	0,40%
Técnico o tecnológico incompleto	667	0,50%
Técnico o tecnológico completo	944	0,70%
Universitario sin título	1.167	0,90%
Universitario con título	568	0,50%
Postgrado incompleto	178	0,10%
Postgrado completo	85	0,10%
Ninguno	33.638	26,50%
Sin información	4.741	3,70%
Total	126.814	100%

Estos mismos resultados presentados por el DANE (2010), muestran que las personas con limitación física informaron que algunas de las causas por las cuales no estudiaban se deben a que ya no están en edad escolar y por la discapacidad; adicionalmente dentro de las causas informadas se encuentra el no haber aprobado el examen de ingreso.

Los resultados mostrados no son alentadores puesto que estas personas además de tener limitaciones físicas que no les permite desenvolverse de manera suficiente en un ambiente social

no incluyente, tienen un desempeño pobre dentro del ámbito educativo, lo que se refleja en los altos niveles de deserción escolar y desescolarización.

En Colombia se han desarrollado políticas para favorecer la inclusión educativa. El artículo 68 de la Constitución, refiere a los derechos fundamentales que deben garantizarse para la población con limitaciones, comprometiéndose a *“la erradicación del analfabetismo y la educación de personas con limitaciones físicas o mentales”*. El artículo 10 de la Ley 361 de 1997, establece que *“El Estado Colombiano en sus instituciones de Educación Pública garantizará el acceso a la educación y la capacitación en los niveles primario, secundario, profesional y técnico para las personas con limitación, quienes para ello dispondrán de una formación integral dentro del ambiente más apropiado a sus necesidades especiales”*.

En virtud de la Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad, adoptada por la Asamblea General de las Naciones Unidas el 13 de diciembre de 2006, en el que Colombia se adhiere mediante la Ley 1346 de 2009, se promueve la Ley 1145 de 2007 la cual organiza el Sistema Nacional de Discapacidad, la cual es un avance social en el reconocimiento de los derechos especiales y de la regulación de normas, mecanismos y recursos para quienes tienen limitaciones físicas. Así mismo se crea la Ley Estatutaria 1618 de 2013, la cual tiene por objeto garantizar y asegurar el ejercicio efectivo de los derechos de las personas con discapacidad, mediante la adopción de medidas de inclusión, acción afirmativa y de ajustes razonables y eliminando toda forma de discriminación por razón de discapacidad, así mismo asigna responsabilidades a todas las entidades públicas en el marco del Sistema Nacional de Discapacidad, para la inclusión real y efectiva de las población con discapacidad.

Por su pertinencia con los objetivos de este trabajo, se resalta la Ley 1680 de 2013 que busca garantizar el acceso autónomo e independiente de las personas ciegas y con baja visión, a la información, a las comunicaciones, al conocimiento, y a las tecnologías de la información y las comunicaciones, para hacer efectiva su inclusión y plena participación en la sociedad. En el mismo sentido la Ley 1324 de 2009, establece los parámetros y criterios para organizar el sistema de evaluación de resultados de la calidad de la educación entre otros. Uno de los principios rectores es la equidad en la que destaca que la evaluación de la calidad de la educación supone reconocer las desigualdades existentes en los contextos de aprendizaje y asumir un

compromiso proactivo por garantizar la igualdad de oportunidades para acceder a una educación de calidad.

El Decreto 2082 de 1996, *“por el cual se reglamenta la atención educativa para personas con limitaciones o con capacidades o talentos excepcionales”* en su artículo nueve establece y delega en la instituciones autorizadas, practicar pruebas de validación, tomar las previsiones para garantizar el acceso, el apoyo y los recursos necesarios para permitir a las personas con limitaciones la presentación de las pruebas, atendiendo sus códigos y lenguajes específicos comunicativos y sus necesidades particulares.

Esta revisión muestra que en materia legislativa, Colombia ha hecho avances importantes en políticas de inclusión y en el reconocimiento de la educación inclusiva, comparado con países como España (Beltrán y cols, 2015). Aunque estas políticas, normas y leyes son pertinentes y relevantes a la situación particular de la población con limitación, será necesario mayor tiempo para que las instituciones de educación hagan avances sustanciales y las metas de una educación inclusiva se puedan materializar (Beltrán y cols, 2015).

Pero este es un tema complejo dentro del cual se deben considerar aspectos como la infraestructura, la cual debe estar acondicionada para el acceso a instalaciones; el cambio en modelos pedagógicos y didácticos que favorezcan el aprendizaje; la observancia y cumplimiento de estas reglamentaciones, procesos de evaluación y seguimiento que permitan revisar los avances en la materia.

El método más aceptado en Colombia para la aplicación de pruebas escritas a personas con discapacidad visual y ceguera es el apoyo de lectores, lo cual implica mayor dificultad al momento de responder ya que el individuo debe recordar la pregunta, procesar la información y responder rápidamente en una prueba; así mismo debe interpretar correctamente el sentido de la pregunta aun cuando, a causa de la lectura, intervienen factores como cambios en la entonación que pueden afectar el sentido original de la pregunta a nivel semántico y sintáctico. Estas variaciones pueden afectar la validez de la prueba, ya que no todos los lectores leen la pregunta de manera homogénea, respetando el sentido de la misma o controlando su intervención en el proceso de respuesta. Por lo tanto es necesario encaminar esfuerzos y recursos

para crear un mecanismo de evaluación ajustado a las diversas condiciones físicas, como la limitación visual y que permita una aplicación autónoma.

Acceso y procesamiento de información en personas invidentes

Las personas con limitación visual acceden a la información a través de los canales sensoriales disponibles, siendo empleados de manera importante la audición y el tacto, textos escritos en sistema braille (vía táctil) o utilizando textos registrados en voz (vía auditiva), los cuales pueden ser grabaciones, sistemas de síntesis de voz o lectura de otras personas.

La audición es un mecanismo sensorial importante para el acceso a información y la fuente primaria de contacto con el entorno para una persona invidente. Existen niveles de desarrollo auditivo (Barraga, 1978) similares al proceso desarrollado por su par vidente. Un primer proceso implica la atención y la conciencia del sonido, en el que el individuo aprende a discriminar los sonidos, así mismo reconoce y asocia la fuente.

El proceso de comprensión de la información por el canal auditivo involucra la percepción de los sonidos, la identificación de los fonemas y la asociación de los significados con los sonidos que se están escuchando. De acuerdo con Lorenzo (2001), existen algunas características que determinan el proceso de comprensión en la comunicación oral. Así, el sonido escuchado por una persona es temporal, debido a que por lo general no es posible reevaluar lo escuchado, como ocurre en la información visual, por lo tanto este canal implica el uso de la memoria para almacenar la información y responder a ella.

En el proceso de comunicación oral, existen unos rasgos prosódicos, que se relacionan con formas no gramaticales, reducciones, eliminaciones, repeticiones, pausas, correcciones, redundancias y otros fenómenos que hacen parte del mensaje y deben ser interpretados por el receptor, por lo general, estos no se presentan en el mensaje escrito.

El sentido del tacto es un valioso mecanismo sensorial que permite al invidente acceder a información variada y confiable sobre objetos, así como del ambiente que le rodea. La progresión táctil-kinestésica requiere el desarrollo de habilidades y destrezas para obtener niveles de información más complejos. El nivel más bajo de desarrollo táctil-kinestésico es cuando el individuo interactúa con el medio, en el que se empieza a distinguir y diferenciar

características propias de los objetos como la textura, temperatura, consistencia, movimiento, un siguiente nivel de desarrollo es la abstracción de información a partir de la estructura y forma de los objetos. El nivel de mayor desarrollo táctil-kinestésico, se da en el procesamiento de símbolos abstractos, puesto que ello requiere la discriminación, reconocimiento, asociación o relación de partes como un todo y su codificación, con el fin de que se pueda procesar y comprender frases o palabras, lo cual a la vez facilita el proceso de lectura y escritura.

De acuerdo con Santana (2013) no existen diferencias cuantitativas ni cualitativas importantes entre ciegos y videntes en la adquisición del pensamiento formal y que al igual que su par vidente, llegan a desarrollar el pensamiento abstracto (MEN, 2006) casi a la misma edad (Santana, 2013). Las personas ciegas deben continuar empleando el tacto para acceder a la información sobre el mundo exterior, lo cual implica una experiencia del mundo distinta a la del vidente (Ochaita 1993 citado en Santana, 2013).

Es evidente que la lectura mediante el sistema Braille es un proceso detallado y cuidadoso, que requiere de mayor tiempo para su procesamiento en comparación con la lectura visual, en este sentido se puede considerar que ello incide en el desempeño en las pruebas.

Pruebas adaptativas

La revisión de la literatura señala un interés creciente por las pruebas informatizadas, particularmente las adaptativas, en las que destacan los TAI y las Pruebas Adaptativas Multietapa (MST, por las iniciales en inglés). Estas pruebas buscan la mayor precisión en la evaluación y emplean un esquema de presentación de ítems que se adapta al nivel de habilidad demostrado por el examinado. Se diferencian los dos en que la adaptación en los TAI ocurre a nivel de los ítems y en el MST corresponde en un conjunto de ítems previamente establecido, denominado módulo (Colvin & cols. 2016).

Los MST conservan la mayoría de las características de los TAI y mejora algunos aspectos menos deseables como la exposición de ítems (Patsula, 1999). En este tipo de pruebas el examinado responde los ítems que se disponen previamente en el módulo, la adaptación ocurre cuando el sujeto finaliza el número de ítems dispuestos en el módulo, en el que se aplican los algoritmos de estimación de habilidad para establecer su rendimiento, con base en este puede

continuar al siguiente módulo, por encima o por debajo del nivel de habilidad exhibido, así la adaptación ocurre entre módulos distribuidos en distintas etapas (Martín-Fernández & cols. 2016). La estructura funcional y los componentes básicos de un MST son similares a los de un TAI. En este se conservan los algoritmos para la selección del ítem subsiguiente, estimación de la habilidad y ambos incorporan un banco de ítems; la diferencia notoria y que los hace únicos son los módulos, paneles y etapas (Wang, K. 2017).

Los MST son configurables a partir del número de módulos, etapas y paneles. Varios estudios han mostrado que el diseño de la prueba incide en la precisión de la medida, así diferentes disposiciones de módulos entre etapas puede mejorar la precisión, así como un número mayor de ítems en el módulo de enrutamiento (Patsula, 1999; Jodoin et al, 2006; Hendrickson, 2007; Lord, 1971; Kim & Plake, 1993. Armstrong et al. 2004; citados por Wang, K. 2017). De forma general, las decisiones de diseño en los MST pueden tomar un número amplio de configuraciones, los cuales dependen del propósito de la prueba, el tamaño del banco de ítems y las especificaciones de la prueba. Patsula (1999) observó que una prueba de tres etapas, con cinco módulos en la segunda y tercera etapa mejora la precisión de la medición con una relativa eficiencia y baja exposición de ítem. Esta investigación motivó otros estudios sobre el diseño de los MST con resultados variados (Wang, K. 2017).

Teniendo en cuenta los estudios que comparan la precisión de la medida de las pruebas MST y TAI, en términos de error estándar de medida (MSE) no se encontraron diferencias significativas entre MST y TAI, (Rotou et als, 2007), (Wang, K. 2017). De acuerdo con Wang (2007) el TAI es más eficiente en términos de precisión y longitud de prueba, puesto a través de esta se obtuvieron resultados precisos con un número menor de ítem. Rotou et als (2007) encontraron que un TAI de 32 ítems y un MST de 33 ítems proporcionaron la misma confiabilidad que una prueba de papel y lápiz de 55 ítems, lo cual evidencia la eficiencia de las pruebas adaptativas frente a las pruebas tradicionales, así como ligeramente más eficiente el TAI en comparación con MST. En este estudio se observó que los MST tienen un mejor comportamiento en controlar características como la infraexposición, sin embargo se observó una mayor sobreexposición de ítems en los MST en comparación con los TAI.

Con relación a la precisión Rotou et als (2007) observaron que los TAI son menos susceptibles de producir errores que afecten la precisión en comparación con los MST, dado que la estimación de la habilidad en los TAI se establece a nivel del ítem, mientras que en los MST en un conjunto de ítems. Para el MST, la primera adaptación ocurre cuando se ha cumplido la primera etapa o módulo de enrutamiento, en este caso si el examinado es direccionado incorrectamente, se administrarían varios conjuntos inapropiados, por ende muchos ítems mal administrados. En los TAI, cuando se asigna un ítem incorrecto, por alguna circunstancia de la prueba, el impacto es menor, ya que para los MST serían necesarios algunos ítems adicionales para lograr la estimación final de la habilidad (Rotou et als, 2007).

Considerando lo anterior, se adopta el TAI como estrategia de evaluación y método de acomodación. Un TAI es una prueba diseñada y elaborada para evaluar aspectos psicológicos la cual se administra a través de un computador que selecciona y presenta los ítems a medida que el examinado va respondiendo las preguntas, ajustándolas al nivel más probable de habilidad (Olea & Ponsoda, 2002). Como es conocido de las pruebas adaptativas, éstas mejoran la medición en la escala de habilidad y por lo general se utilizan un número menor de ítems que en una prueba fija – lineal.

Test Adaptativos Informatizados (TAI).

El desarrollo de un TAI supone un banco de ítems previamente calibrado bajo algún modelo de la Teoría de Respuesta a los Ítems (TRI) con el que se establezcan los parámetros de los ítems, procedimientos de selección de los mismos, tanto al inicio como durante la exposición hasta la terminación de la prueba, y un algoritmo para la estimación de los niveles de habilidad con la mayor precisión. La selección adecuada de estos procedimientos es muy importante, pues de ellos depende que el test arroje información relevante sobre la habilidad del individuo.

Teóricamente una prueba informatizada adaptativa tiene amplias ventajas frente a una prueba lineal. De acuerdo con Olea, Ponsoda, Revuelta, Abad & Ximénez (2004), las primeras permiten reducir el tiempo de aplicación; seleccionar el tiempo de presentación de los ítems; homogenizar las condiciones de aplicación; establecer controles para preservar la seguridad de la prueba; registrar información útil para la evaluación como los tiempos de respuesta; procesar

rápidamente la información; minimizar errores de corrección; proporcionar retroalimentación inmediata a los examinados; evaluar procesos psicológicos y educativos; mejorar y disponer de otros mecanismos de presentación de los ítems como gráficos, sonidos, animación, video, así como de procedimientos para responder como el uso de un micrófono.

A través de los TAI's, en comparación con los test lineales, se consigue un mejor equilibrio entre la dificultad del ítem y el nivel de habilidad del individuo, lo que permite una estimación precisa del nivel de rasgo con la exposición de pocos ítems y en un menor tiempo de aplicación. Si a estas ventajas se suma la posibilidad de aplicaciones a distancia, a través de internet, los Test Adaptativos Informatizados resultan superiores a los test lineales.

Como lo informan Revuelta, Ponsoda & Olea (1998) uno de los métodos más utilizados para la selección de los ítems se basa en la Función de Información del Ítem (FFI) para su administración, por lo que los ítems que proporcionan la mayor información sobre el nivel de habilidad estimado del individuo tienen la mayor probabilidad de ser seleccionados, por tanto, estos tienden a ser sobreexpuestos y otro tanto son infrautilizados. La sobreexposición se puede dar para cada una de las aplicaciones hechas y a un alto número de participantes, disminuyendo de este modo la validez, seguridad y confiabilidad de la prueba.

La principal dificultad de los Test Adaptativos Informatizados se relaciona directamente con el algoritmo de selección de los ítems, principalmente por su sobreexposición. Varios autores han propuesto diversos métodos para el control de la tasa de exposición de los ítems (Revuelta, Ponsoda, & Olea, 1998 y 2004; Chen & Liou, 2003; Stocking & Swanson, 1998). De acuerdo con Revuelta & cols (1998) los métodos para el control de la exposición de los ítems pueden clasificarse en dos grupos: indirectos y directos, los primeros consisten en introducir un componente aleatorio al algoritmo de selección de los ítems, el segundo, consiste en signar a cada ítem un parámetro 'k', entre 0 y 1, que controla su tasa de exposición. Necesariamente, los métodos de control de la tasa de exposición de los ítems implica la selección de los todos los ítems de un banco, siendo estos de mucha o poca información lo que en algunos casos ocasiona una leve reducción en la precisión del nivel de habilidad en comparación con el método de máxima información tradicionalmente utilizado.

Luego de que un banco de ítems ha sido calibrado, es decir, que se conocen los parámetros de los ítems, sigue la administración del test, esto requiere definir un procedimiento para la estimación de la habilidad, lo cual se lleva a cabo en tres momentos: arranque o inicio, secuenciación o selección de los ítems subsiguientes y finalización.

Para llevar a cabo este desarrollo se requiere de la elección de un algoritmo en el que se den las siguientes condiciones (Ponsoda & Olea. 2002): a). Procedimiento para elegir el primer ítem a presentar; b). Método estadístico para estimar el nivel de habilidad más probable del individuo, luego de la respuesta de la pregunta; c). Algoritmo para selección sucesiva de ítems según la habilidad estimada; y d). Criterio para finalizar la presentación de los ítems.

El objetivo central de un algoritmo adaptativo es seleccionar los ítems de tal manera que se logre una estimación precisa de la habilidad del individuo con el menor número de ítems. Los métodos estadísticos más utilizados para la estimación de la habilidad son el de Máxima Verosimilitud (MV) y los Bayesianos. En los párrafos siguientes se definen los criterios principales de acuerdo con los procedimientos de inicio, estimación de la habilidad y selección de ítems y finalización.

Estrategia de arranque.

La aplicación de un TAI comienza con una determinada estrategia de arranque, esto constituye lo primero que se debe definir. El objetivo de este procedimiento es establecer de alguna forma el nivel inicial de habilidad del individuo, lo cual depende de si se posee o no información previa del mismo (Ponsoda & Olea, 2002). Existen tres estrategias que el investigador debe considerar: la primera consiste en fijar un criterio estándar *a priori* sobre el nivel de habilidad para todos los examinados. La segunda es seleccionar un ítem inicial el cual será igual para todos los examinados, por lo general está ubicado en una dificultad media. La tercera opción consiste en escoger el ítem inicial de manera aleatoria.

De acuerdo con estos autores esto se puede hacer de la siguiente manera: 1. Asignar un valor del nivel de habilidad entre un rango de valores cercano a la media; 2. Aplicar a todos los examinados un test previo de longitud corta y dificultad creciente; 3. Permitir al evaluando que elija el nivel de dificultad inicial; 4. Establecer como nivel inicial la media de la distribución a

priori mediante el uso de métodos bayesianos; 5. Comenzar con ítems fáciles e ir gradualmente aumentando la dificultad (método GRE); y 6. Escoger un ítem de manera aleatoria.

Procedimiento para la estimación del nivel de habilidad.

Una vez se ha seleccionado, administrado y respondido el primer ítem, es necesario establecer el procedimiento para obtener una estimación provisional del nivel de habilidad. Este punto es esencial para todo el proceso de estimación de la habilidad, debido a que a partir de esta predicción inicial se seleccionará el ítem siguiente. El estadístico deberá realizar la estimación tras la respuesta a cada uno de los ítems hasta determinar con una alta probabilidad y precisión el nivel de habilidad del examinado. La eficacia de este procedimiento se garantiza desde el comienzo. Los métodos estadísticos más utilizados para la estimación de la habilidad son: Método de Estimación de Máxima Verosimilitud (ML) y dos procedimientos Bayesianos: Estimación Máxima a Posteriori (MAP) y Esperada a Posteriori (EAP). El primero de ellos, se fundamenta en los datos empíricos, en el caso de los métodos bayesianos se incorpora información sobre la distribución a priori de los niveles de habilidad de la población o del contexto (Abad & cols, 2002). La función de verosimilitud se indica en esta fórmula.

$$L = L(\mathbf{u} | \boldsymbol{\theta}) = \prod_{j=1}^n P_j^{u_j} Q_j^{1-u_j}$$

Donde, u es el vector de respuestas a los ítems, P_j es la probabilidad de acertar el ítem j ($u_j = 1$) dado un nivel de rasgo y Q_j la probabilidad complementaria ($u_j = 0$).

Los métodos de estimación bayesiana incorporan información a la función de verosimilitud sobre la distribución de la habilidad en la población. De acuerdo con Samejima (citado por Abad & cols., 2002) la estimación MAP es el valor $\boldsymbol{\theta}$ que maximiza la probabilidad posterior, está dado por la siguiente fórmula:

$$P(\boldsymbol{\theta} | \mathbf{u}) = \frac{g(\boldsymbol{\theta}) L(\mathbf{u} | \boldsymbol{\theta})}{L(\mathbf{u})}$$

Donde $g(\boldsymbol{\theta})$ es la distribución a priori de la habilidad y $L(\mathbf{u})$ es la verosimilitud del patrón de respuestas \mathbf{u} independientemente de $\boldsymbol{\theta}$.

La estimación EAP es descrita por Abad & cols (2002) como la media de la distribución posterior y se expresa como:

$$E(\theta|u) = \int_{-\infty}^{\infty} \theta P(\theta|u) d\theta$$

De acuerdo con la literatura revisada, el método de máxima verosimilitud no proporciona estimaciones finitas cuando un sujeto tiene un patrón regular de respuestas, es decir cuando todos son aciertos o desaciertos (Olea & Ponsoda, 2002). De acuerdo con lo reportado por estos autores, existen varias soluciones para resolver este problema de los métodos de máxima verosimilitud con los patrones constantes de respuesta, entre ellos el uso de métodos bayesianos; otra estrategia es propuesta por Dodd (citado en Olea & Ponsoda, 2004), que busca obtener las sucesivas estimaciones del nivel del rasgo mediante unas ecuaciones dadas hasta que sea posible estimar mediante el procedimiento de máxima verosimilitud, es decir hasta que se tenga un vector de respuestas de aciertos y fallos. Olea & Ponsoda (2004) modifican parcialmente esta técnica y proponen que el procedimiento se fije en la media o la mediana de una distribución normal y no en el punto medio entre el último valor del rasgo y el parámetro de dificultad, con el fin de considerar la distribución probable de los niveles de la habilidad de la población.

Por su parte los métodos bayesianos tienen varios problemas que son comentados por Olea & Ponsoda (2004), como que el nivel de habilidad estimado no depende exclusivamente del desempeño de la persona, sino de la distribución a priori del nivel de habilidad en la población, es decir de los valores de la media y la varianza de la misma. Por otro lado, cuando la longitud de un test es menor, el sesgo en las estimaciones aumenta, lo cual representa un problema a considerar en los TAI teniendo en cuenta que se aplican un número reducido de ítems, aunque con más de 30 ítems habrá pocas diferencias (Abad & cols, 2002). Algunos estudios de simulación indican que los métodos bayesianos generan menor error típico pero mayor sesgo.

Según Abad & cols (2002) las dificultades expuestas hacen que “los métodos bayesianos sean recomendables cuando el objetivo sea ordenar a los sujetos mientras que M.L es preferible en situaciones en las que el objetivo es: a.) efectuar comparaciones de grupos por su media; b.) equiparar las estimaciones de la habilidad de diferentes tipos de tests (adaptativos y fijos); c.) situar con máxima precisión a un sujeto dentro de uno de dos grupos” (Pág. 6).

Estrategias de selección de los ítems.

Estas estrategias hacen referencia a la elección del mejor algoritmo para la presentación sucesiva de los ítems. Desde el comienzo en que se selecciona el primer ítem comienza a funcionar uno de los componentes principales de un TAI; esta operación se mantiene imperceptible al usuario puesto que mientras él va leyendo la pregunta y tomando una decisión sobre la respuesta, el algoritmo ya habrá hecho los cálculos más probables tanto de acertar como de fallar al ítem de manera simultánea.

Aunque existen diversas estrategias para selección de ítems, actualmente cualquier procedimiento sigue una estrategia de nivel múltiple con ramificación variable, ya que permite actualizar el nivel de habilidad estimado después de responder los ítems que se le van presentando. Existen dos criterios para la selección de los ítems (Olea & Ponsoda, 2004): criterio de máxima información y criterio de máxima precisión esperada.

El criterio de máxima información selecciona al ítem de mayor información disponible en el banco de ítems para el nivel actual de habilidad estimado durante la aplicación. Cuando se emplea junto con el método de máxima verosimilitud para estimar el nivel de habilidad, la información de los ítems está estrechamente relacionada con la precisión que se mide el nivel de habilidad. En el caso de bancos calibrados con el modelo de 1P, el ítem elegido será el que tenga un parámetro de dificultad más próximo al nivel de habilidad estimado, si se emplean otros modelos paramétricos, la información incidirá además en el valor de los parámetros de discriminación y pseudo-azar.

El criterio de máxima precisión esperada es un método de selección bayesiano que consiste en elegir los ítems que proporcionan una menor varianza de la distribución posterior del nivel de rasgo (Olea & Ponsoda, 2004). Cuando se obtiene la distribución de las respuestas en una secuencia de ítems se dispone de la distribución posterior de θ , el estadístico se encarga de estimar la precisión, tal como la varianza de la distribución posterior, que se consiguiera si se acierta o falla cualquiera de los ítems disponibles en el banco de ítems seleccionando el que menor varianza actual presenta (Olea & Ponsoda, 2004).

Entre los dos criterios presentados, el más utilizado ha sido el método de máxima información, aunque tiene el inconveniente que tiende a sobreexponer los ítems y a utilizar los más discriminativos cuando aún está muy alejado en la estimación del nivel de habilidad verdadero del sujeto.

Estrategia de parada o finalización del TAI.

Todo procedimiento debe concluir de alguna manera, en el caso de los TAI, el final se da cuando se determina bajo un criterio definido previamente, en otras palabras cuando se establece cuál sería la estimación del nivel de habilidad que se debe tomar como la estimación definitiva para el evaluado. Se han propuesto muchos procedimientos de parada, entre ellos, los de longitud fija (LF), error estándar de medida pre-especificado (SEM), y criterio de clasificación (mastery/classification) y el criterio de administración de todos los ítems.

La elección de algún criterio de parada depende de los objetivos de la evaluación como de la distribución de los parámetros establecidos para los ítems es decir las características psicométricas del banco de ítems (Olea & Ponsoda, 2004). Cuando el objetivo de la evaluación tiene implicaciones relevantes para el evaluado se suele optar por el criterio de longitud fija, en el que el evaluado tiene la sensación de ser examinado en igual de condiciones que las demás personas dado que responde el mismo número de ítems y no menos como puede suceder con otros criterios.

El criterio de longitud fija consiste en establecer previamente un número de ítems que el examinado debe responder, una vez se cumpla ese criterio finalizará la aplicación. El gran inconveniente de este tipo de estrategias es que no se logra un nivel óptimo de precisión para todas las estimaciones de habilidad, p.e. en el caso de estimaciones de niveles de habilidad extremos que se realizarán con menor precisión (Olea & Ponsoda, 2004).

Uno de los criterios estudiados más empleados es *el error estándar de medida* pre-especificado (SEM), que consiste en parar la aplicación cuando el error típico de medida desciende a un valor determinado. Con esta estrategia se estima la desviación estándar de las diferencias entre las puntuaciones verdaderas y las puntuaciones observadas, por lo que la administración de la prueba finalizará cuando se obtenga el valor especificado o cuando todos

los ítems se hayan administrado. Algunas investigaciones (Kim & Ji, 2002) han demostrado que cuando se compara este criterio con el de longitud fija ambos tienen resultados similares, aunque si se fija un SEM muy pequeño, se incrementa el número de ítems a aplicar y viceversa; si se fija un número de ítems pequeño se aumenta el error estándar de medida.

El uso de la tecnología adecuada a la población con discapacidad visual y ceguera

Este trabajo se vincula a diversos esfuerzos tendientes a mejorar las condiciones de las personas con discapacidad visual y ceguera y en particular busca establecer los mecanismos más idóneos para su evaluación, como lo establece la Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad, adoptada por la Asamblea General de las Naciones Unidas (2006) en su artículo nueve.

El conocimiento sobre la manera en que las personas con discapacidad visual y ceguera interactúan con el medio, permitirá el desarrollo de acomodaciones accesibles para toda la población, que permita la evaluación del constructo que se mide, que se adecuen a los principios del diseño universal descritos por la American Educational Research Association (AERA), la American Psychological Association (APA) y el National Council on Measurement in Education (NCME), en la versión de sus estándares de calidad para pruebas psicológicas y educativas del año 2014.

De acuerdo con AERA et al. (2014) el concepto de evaluación con equidad (Fairness in testing) es principalmente un problema de validez, definida esta como «el grado en el cual la evidencia y la teoría soportan las interpretaciones de las puntuaciones de una prueba asociadas con los usos propuestos» (2014; p. 11), en este sentido las interpretaciones que se obtengan de una prueba deben estar asociadas directamente con el constructo que se pretende medir y no por las características o habilidades que no están relacionadas con éste como la discapacidad visual o ceguera. La validez de las pruebas se debe considerar y lograr en todos los estados de su desarrollo, como en el caso particular en el diseño y uso de la tecnología orientada a cubrir las necesidades de evaluación de la población con discapacidad visual y ceguera, es importante comenzar por comprender mejor los canales preponderantes empleados por esta población para el acceso de la información.

Bajo estas condiciones, y con un especial interés por la evaluación con equidad, el uso de las tecnologías de información cobran relevancia puesto que posibilitan y facilitan la administración de pruebas adecuadas a la población con discapacidad visual y ceguera. Esto se debe a que la modalidad de presentación de los ítems está destinada a los canales sensoriales disponibles en esta población, además de permitir la evaluación con unas características psicométricas adecuadas y altos niveles de precisión en la estimación de la habilidad.

Los TAI han sido utilizados por instituciones educativas principalmente por el ahorro de tiempo y recursos en el proceso de diseño, evaluación y calificación, que implica la generación de exámenes que permitan estimar con precisión la habilidad del sujeto en un ámbito particular, algunos son generados para el uso institucional. También este sistema es utilizado para otorgar certificaciones sobre un tema particular, que generalmente están encaminados a la obtención de empleo; entre estos, se encuentra el BrainBench, Examsonline y NCSAacademy.

En la actualidad existen instituciones y programas estandarizados de evaluación que incluyen TAI, como el National Assessment of Educational Progress o el Educational Testing Service, en los cuales se han desarrollado programas de evaluación adaptativa (Rojas, 2001), como el Test Of English as Foreign Language, que se administra en casi 90 países.

Muchos TAIs que se han desarrollado se utilizan para fines comerciales. Por lo mismo, son muy pocas las aplicaciones gratuitas para realizar test adaptativos experimentales, como DEMOTAC y ADTEST (Ponsoda & Olea, 2004). Muchas veces son los propios psicómetras quienes elaboran herramientas generadoras de TAI para uso propio o pedagógico.

López-Cuadrado & Sánchez (2005) propusieron el sistema GenTai en España, presentándolo como un sistema de fácil manejo que aporta fundamentalmente mejoras a nivel de aplicación informática, así como generador de TAI. Es una herramienta orientada al usuario, escalable, portable y de fácil manejo que genera TAI a partir de un banco de ítems calibrado según el modelo logístico de tres parámetros que incorpora los índices de dificultad (b), discriminación (a) y la probabilidad de acertar al ítem al azar (c).

Con relación a los procesos de evaluación dirigidos a evaluar población con discapacidad visual y ceguera se destacan los trabajos desarrollados por Rojas, Sierra & Jiménez (2015) sobre validez en test adaptativos informatizados: alternativa para evaluar población con limitaciones

visuales, las tesis de Casas (2016) sobre acomodaciones computarizadas para la evaluación de comprensión lectora en estudiantes con limitación visual y Barajas (2017) sobre validez en Test Adaptativos Informatizados (TAI): Evidencia en un TAI diseñado para evaluar comprensión lectora en personas con y sin limitación visual.

Otros estudios se han enfocado en la accesibilidad de contenidos en sitios web, en la aplicación de los principios de diseño universal para el aprendizaje (UDL) mediante técnicas de e-learning (Mancera, L. et als, 2016), en adecuación de la tecnología (tiflotecnología) para el mejoramiento de las condiciones de vida, entre los equipos adaptados se encuentra el ordenador con los lectores de pantalla, magnificadores de pantalla, navegadores de internet parlantes, reconocimiento de textos impresos OCR, parlantes y conversores de *braille*. Los equipos son diseñados específicamente para personas ciegas o con deficiencia visual, con el objetivo de permitirles gestionar su información; en esta categoría encontramos los anotadores parlantes que consisten en un equipo que tiene un teclado *braille*, una síntesis de voz y carece de pantalla, sirve para editar texto y tiene otras funciones.

Método

Como se planteó al inicio de este documento el interés es diseñar y desarrollar un Test Adaptativo Informatizado como una estrategia útil para evaluar diferentes atributos en personas con discapacidad visual baja o moderada y con ceguera. Para dar cumplimiento al objetivo propuesto, se definieron los procedimientos y estrategias técnicas, tecnológicas y científicas, que permita a esta población tener autonomía en la presentación de una prueba, en condiciones de confidencialidad y precisión de la evaluación.

Esto plantea el aporte de áreas como psicometría, desarrollo de software accesible y tiflotecnología, con los que se definieron los aspectos necesarios, de acuerdo con la literatura y estado actual de la tecnología, que permitieron el diseño y desarrollo de una plataforma informatizada y adaptable que aplique los algoritmos basados en la teoría de respuesta al ítem.

Esta tarea se llevó a cabo en dos fases. En la primera, relacionada con la investigación, conceptualización, diseño, desarrollo y pilotaje del TAI. De forma paralela se llevó a cabo el proceso de construcción, validación y calibración del banco de ítems. La segunda fase consistió en la aplicación del TAI en población con discapacidad visual o ceguera y con baja visión, la recolección de datos y el análisis de la información recolectada. Esta fase abarcó el acompañamiento en la selección y el contacto con los individuos que respondieron el TAI, el registro de información sobre puntuación y variables de interés asociadas con la percepción en la aplicación y la depuración de la información resultante con su respectivo análisis.

Fase 1:

Se estudió la literatura disponible para establecer el diseño de TAI para evaluar población con discapacidad visual o ceguera brindando autonomía y precisión en la evaluación. Además la conformación del banco de ítems del TAI calibrado bajo el modelo de TRI.

Participantes

El diseño y desarrollo del TAI contó con la participación de un equipo multidisciplinar en ingeniería de sistemas, psicología, psicometría y educación especial, quienes facilitaron la incorporación de elementos técnicos y tecnológicos a considerar en el diseño, los cuales fueron aplicados al momento de la construcción del software TAI, este proceso se desarrolló en el

marco del proyecto UNAL-ICFES “Diseño de una estrategia integral de evaluación alternativa en personas con y sin limitación visual”, el cual contó con financiación del Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación – ICFES - y la Dirección de Investigación de la Sede Bogotá – DIB – de la Universidad Nacional de Colombia, del cual además se elaboraron las tesis de Casas (2016) sobre *“Acomodaciones computarizadas para la evaluación de comprensión lectora en estudiantes con limitación visual”* y Barajas (2017) sobre *“Validez en Test Adaptativos Informatizados (TAI): Evidencia en un TAI diseñado para evaluar comprensión lectora en personas con y sin limitación visual”*.

El banco de 278 ítems se conformó por preguntas elaboradas en el marco del presente proyecto, UNAL-ICFES “Diseño de una estrategia integral de evaluación alternativa en personas con y sin limitación visual”, y otra parte fue obtenida del Laboratorio de Psicometría como parte de las tesis de maestría de Soler (2013) y Espinosa (2013), quienes los elaboraron y definieron sus características psicométricas. El banco de ítems de comprensión de lectura tuvo los siguientes aportes según la fuente: 82 ítems provenientes del Laboratorio de Psicometría y 196 ítems construidos en el presente proyecto, siguiendo el Manual de construcción de preguntas para evaluar comprensión de lectura en personas con y sin limitación visual desarrollado por Espinosa (2013).

Para la aplicación se contó con la participación de 1.325 estudiantes de grados 10.o y 11.o vinculados a instituciones educativas públicas y privadas de los municipios de Bogotá, Medellín, Puerto Tejada, San José del Palmar y Yopal. Estos estudiantes fueron convocados a través de los rectores de los colegios y se les solicitó su autorización y la de sus padres para participar en el estudio, lo cual quedó consignado en el formato de asentimiento y consentimiento informado.

La tabla 4 muestra la distribución de los estudiantes que participaron en el pilotaje del banco de ítems que posteriormente conformó el TAI.

Tabla 4.
Cantidad de estudiantes del piloto del banco de ítems según municipio de la aplicación

Municipio	Cantidad Estudiantes	Porcentaje
Medellín	698	53 %
Bogotá	545	41 %
Yopal	36	3 %
Puerto Tejada	31	2 %
San José del Palmar	15	1 %
Total	1.325	100 %

Instrumentos

En este apartado se incluye la información relativa a los protocolos, normas, manuales y formatos empleados en la investigación para llevar a cabo los objetivos de la fase uno, en cuanto al diseño, desarrollo y pilotaje del TAI, así como al proceso de construcción, validación y calibración del banco de ítems

Protocolos para el análisis de conveniencia sobre el desarrollo de TAI como mecanismo viable de evaluación. Con el fin de determinar la viabilidad y conveniencia para el uso de la TAI en población con discapacidad visual o ceguera, se analizaron criterios de viabilidad y conveniencia, según las variables consideradas por Thompson & Weiss (2011) previo al inicio del proyecto en el que se detallaron los criterios metodológicos necesarios para su realización, el personal requerido y los aspectos operativos que debían ser tenidos en cuenta durante su desarrollo.

Normas y lineamientos internacionales para el desarrollo de contenido accesible en entorno web, así como el marco normativo colombiano aplicable. Se recopiló información relevante y pertinente, en estándares internacionales para el desarrollo de contenido accesible, con el fin de garantizar que los desarrollos y los accesorios de apoyo estuvieran alineados con éstos, por lo que se consultaron y aplicaron las siguientes: Web Content Accessibility Guidelines -WCAG 2.0; Norma Técnica 5854 del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC); Decreto Ley 1151 de 2008; Norma Técnica 5854 del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC); Decreto 2693 de 2012, que deroga el Decreto

1151 de 2008; Manual 3.1 para la implementación de la Estrategia de Gobierno en línea Entidades del Orden Nacional; Ley No. 1680 del 20 de noviembre de 2013.

Herramientas de software libre. Para el desarrollo del TAI se emplearon programas de código libre, para operar en entorno web en un sistema operativo (O.S) Windows al ser el O.S de mayor disponibilidad. Los siguientes son los programas empleados: Wamp Server versión 2.2, Apache versión 2.4.2, PHP: Hypertext Preprocessor versión 5.4.3; MySQL versión 5.5.24.

Protocolos de construcción y validación de ítems. Para llevar a cabo los talleres de construcción y validación de los 196 ítems construidos para el presente proyecto, se hizo uso de los protocolos en los que se detallaron los criterios metodológicos necesarios para su realización, el personal requerido y los aspectos logísticos que debían ser tenidos en cuenta durante su desarrollo siguiendo el Manual de construcción de preguntas para evaluar comprensión de lectura en personas con y sin limitación visual, desarrollado por Espinosa (2013).

Formato de construcción de ítems. En este formato se registraron los ítems construidos por los expertos y se incluyeron las observaciones de los validadores a cada uno de ellos.

Acta de validación de ítems: En esta acta se registraron las modificaciones sugeridas por los validadores a cada uno de los ítems del banco diseñado.

Formatos de asentimiento y consentimiento informado. Este formato se empleó para informar, a la institución educativa, a los padres y a los estudiantes sobre las características de la investigación y el tratamiento de los datos recopilados. Este documento fue firmado por los padres quienes autorizaban la participación del menor en la aplicación de la prueba escrita para la validación de los ítems del banco de ítems y se contó con el aval de la institución.

Manual de aplicación de pruebas. Este manual se diseñó para guiar las actividades que debían desarrollar las personas encargadas de la aplicación.

Paquetes de análisis de datos. Para analizar la información recolectada tras la aplicación piloto de los ítems del TAI, se hizo uso de los programas SPSS v.22, y Winsteps v.3.73.

Procedimiento.

La primera actividad, correspondiente al diseño del TAI, fue realizada con la compañía de un ingeniero de sistemas, y un docente en educación especial, quienes aportaron desde su

área de conocimiento en algunos aspectos pertinentes para el diseño y características del TAI, de igual forma con profesionales del Laboratorio de psicometría, así como los integrantes del proyecto UNAL-ICFES quienes aportaron en el análisis sobre la pertinencia de los criterios adoptados para los fines de la evaluación.

Como parte de esta etapa se definieron los criterios de arranque, selección de ítems, estimación del atributo y estrategia de parada o finalización del TAI, así mismo se definieron las estrategia para la presentación de los ítems a población con discapacidad visual o ceguera, lo cual se logró mediante el diseño de un ítem audible, el cual contó con la participación de un locutor profesional, quien se encargó de la lectura de los ítems con las pausas prosódicas adecuadas. La grabación de los ítems audibles se llevó a cabo en cabinas de sonido de las instalaciones de la UN-Radio en Bogotá.

Se definió la estrategia para la presentación del ítem audible a través del TAI y la forma en la que el evaluado elige la respuesta. Para la disposición del teclado empleado en el TAI, se eligieron las teclas de amplio uso, las cuales están en correspondencia con los lineamientos de WCAG 2.0. El formulario de registro de información básica y de interés sobre el evaluado incluyó las siguientes variables: sexo, edad, estrato socioeconómico, lugar de procedencia, sector de la institución educativa en la que los participantes cursaron la secundaria y tipo de limitación visual (Ceguera o Baja visión); además se definieron las variables que deben ser registradas directamente por el sistema TAI como tiempo de duración en la respuesta a cada ítem, número de veces que se reproducían los audios, incluyendo las opciones de respuesta, conteo de respuestas correctas, error estandar de medida, número del ítem, acierto o desacierto.

Una vez contruidos los ítems elaborados en el presente proyecto, se llevó a cabo el ensamblaje y diagramación de cinco formas de prueba a partir de los 278 ítems del banco, luego se llevó a cabo la aplicación de estos en el que participaron estudiantes de grados 10.o y 11.o, de instituciones educativas públicas y privadas de los municipios de Bogotá, Medellín, Puerto Tejada, San José del Palmar y Yopal. La distribución por municipio y estudiantes se observa en la tabla 4.

Análisis de conveniencia y viabilidad.

Antes de iniciar el proceso de construcción del TAI se definió de manera concienzuda si este es el método de acomodación viable para el proceso de evaluación dirigido a personas con limitaciones visuales. Como es sabido el TAI ofrece amplias ventajas frente a otros mecanismos de evaluación como las pruebas de papel y lápiz, inclusive sobre los Tests Informatizados NO adaptativos, debido en parte a que el TAI emplea menos preguntas que una prueba convencional, siendo muy eficiente y ofrece altos niveles de precisión, pero este factor por si solo no es suficiente para determinar la conveniencia de implementar un TAI como estrategia de evaluación, es necesario ahondar en el conocimiento que se tiene sobre los TAI, las teorías de medición como: Teoría de Respuesta al Ítem (TRI) o Teoría Clásica de los Tests (TCT) y en particular sobre las características de la población a la cual va dirigida la evaluación, siendo esto esencial desde un punto de vista psicométrico.

Dado que el procedimiento de aplicación de pruebas de lápiz y papel, de carácter masivo, en las que se evalúa la población con discapacidad visual o ceguera cambia con relación a la demás población, es decir, se emplea un lector buscando estandarizar las demás características de aplicación; no obstante este apoyo, la población se mantiene en niveles bajos del atributo (Soler, 2013; Espinosa, 2013), lo cual permite preguntar si el procedimiento de lector para las pruebas de papel y lápiz incide en la precisión de la evaluación o si existen mejores alternativas para evaluar esta población. Este aspecto marcó un referente para la investigación y estudio sobre el diseño, la planeación y la conveniencia del uso de los TAI en esta población.

De manera preliminar, para desarrollar el TAI orientado a evaluar a personas en condición de discapacidad visual se consideraron varias preguntas: ¿Un menor tiempo de aplicación o un número menor de preguntas en el TAI ofrece una mayor precisión? ¿El uso de computador facilita la autonomía en el proceso de evaluación? ¿Los beneficios y ventajas del TAI y que podrían ser aplicados a la población con discapacidad visual, son un argumento suficiente y necesario para incurrir en costos de infraestructura, tecnología, desarrollo informático y psicométrico que implica su construcción? ¿Cuántas preguntas deben ser elaboradas para el banco de ítems del TAI para población con discapacidad visual? ¿El impacto de un TAI

orientado a evaluar personas con baja visión o ceguera que podrían ser beneficiadas con esta estrategia de evaluación respaldaría los costos e inversión de un TAI?

Luego de analizar los factores de conveniencia y factibilidad críticos para determinar el desarrollo del TAI, se podía dar inicio al proceso de diseño y planeación sobre el tipo de sistema y tiflotecnología a emplear en el proceso de evaluación. Uno de los aspectos más relevantes dentro del proceso de construcción de un TAI correspondió al banco de ítems. Como se informó previamente las personas con limitación visual tienden a ubicarse en el extremo inferior del continuo de habilidad por lo que el banco de ítems que se construyó debía satisfacer ampliamente la necesidad de evaluación en los extremos del continuo, principalmente en el nivel medio y bajo del atributo con el fin de que la población con discapacidad visual o ceguera tenga posibilidades de ser evaluada satisfactoriamente.

Otro aspecto que se consideró en el proceso de creación o conformación del banco de ítems es el tema a evaluar, teniendo en cuenta las características propias de la población con discapacidad visual o ceguera hay temas más complejos para ser evaluados en el estado actual del conocimiento sobre TAI y al ser un prototipo las consideraciones a tener en cuenta en este proceso implicaban iniciar un esquema de pruebas en el que las preguntas fueran preferiblemente textuales, por lo que no se incluyeron en el banco de ítems preguntas con imágenes, tablas, colores, referencias al texto, color, forma o espacio, así como campos vacíos; también evitar preguntas que emplean textos extensos o que sean muy densos en su descripción, ya que estos demandan más recursos atencionales y de memoria en una persona invidente, además pueden generar fatiga y ansiedad.

En este sentido, las formas de preguntas que se podían considerar para la conformación del banco de ítems del TAI con población con discapacidad visual o ceguera debían ser descriptivas y concretas para facilitar su comprensión por una persona invidente, además se observó que al tratarse de un prototipo las áreas temáticas y de contenido que mejor se ajustan a estas característica son áreas como español, comprensión de lectura, ciencias sociales, etc.

Una de las consideraciones que dieron viabilidad al desarrollo del banco de ítems del TAI consistió en la posibilidad de recurrir a un banco de ítems ya elaborado (82 ítems), lo cual redujo los costos en el desarrollo del TAI. El banco de ítems del TAI, aun cuando este integrado por

ítems nuevos o antiguos, lo importante es que el mismo se encuentre calibrado, es decir que se conozcan las características psicométricas de cada pregunta, incluidos los parámetros y la curva característica del ítem. Al momento de escoger las preguntas en estos bancos se aplicaron las recomendaciones dadas en las tesis de Soler (2013) y Espinosa (2013). Por otro lado, dado que el banco de ítems para el TAI se compone de preguntas que se construyeron en el marco del proyecto UNAL – ICFES; en este proceso de elaboración, validación y calibración se incluyeron las preguntas que muestran un buen nivel de ajuste, basado en la Teoría de Respuesta al Ítem.

Con el fin de estimar los costos en la elaboración del banco de preguntas se debe contemplar la construcción de un número mayor de ítems, al menos un 10% más ítems de los que finalmente lo integrarán, ya que se deben descartar los ítems que tienen mal ajuste en el modelo IRT.

Los ítems nuevos pasaron por un proceso de validación mediante el cual expertos en el área de contenido establecieron si eran o no pertinentes para el constructo a evaluar. Este proceso es importante no solamente para garantizar la dimensionalidad en la prueba, sino además porque el cálculo que se desarrolla por parte de los algoritmos del TAI son automáticos, basados en los parámetros IRT registrados en el sistema, por lo que no hay una etapa posterior para observar esa dimensionalidad que afecta las evidencias de validez de los resultados que se puedan obtener.

El proceso de calibración es un análisis estadístico adicional al proceso de construcción de un TAI, el cual permite determinar las características de cada ítem como son la dificultad, la discriminación, el ajuste al modelo IRT que se ha asumido para la calibración y evidencias de dimensionalidad. El análisis de los ítems se realizó con los programas WINSTEP v.3.73 y SPSS.

La literatura recomienda que para la calibración de los ítems en el modelo TRI se debe llevar a cabo un proceso de aplicación a través de una prueba piloto en el que se disponga de un número determinado de ítems para ser presentados a un número sustancial de sujetos entre 500 a 1.000 examinandos por pregunta. La prueba piloto se aplicó con 1.325 personas lo cual permite observar que se superó este criterio. Para las 82 preguntas que fueron aportadas del banco del Laboratorio de Psicoemtria, al ser conocidas las características de los ítems, se realizó un

procedimiento de anclaje mediante el cual se pudo tener un referente para el análisis de las preguntas nuevas y calibrarlas en una escala común.

En el estudio de análisis de conveniencia y viabilidad se previeron los factores a tener en cuenta en el proceso de elaboración del TAI, Así mismo se observó que había factores sensibles del proceso que se debían considerar tanto en el proceso de construcción del banco de ítems como en el diseño y desarrollo del TAI, se analizaron procedimientos que dieron viabilidad técnica, económica y permitieron controlar el proceso de construcción del TAI.

Etapas de desarrollo del TAI para población con discapacidad visual y ceguera.

El proceso de elaboración del Test Adaptativo Informatizado se llevó a cabo al definir y detallar las características y alcances que tendrá el módulo TAI para población con discapacidad visual o ceguera. A partir de la información recopilada se procedió a construir el TAI mediante la aplicación de principios psicométricos, optimizando su validez y precisión así como los principios de accesibilidad informática y usabilidad.

El aplicativo consta de cuatro módulos a través de los cuales se puede gestionar las diferentes funcionalidades: módulo de administración, módulo de construcción y administración de ítems, módulo de presentación de ítems (módulo del evaluado), módulo de estadísticas. El proceso de diseño y elaboración del Test Adaptativo Informatizado se desarrolló en cuatro etapas diferenciadas entre sí por los objetivos y actividades particulares de cada una. Cada etapa consta de actividades y productos. A continuación se detallan cada una.

En *el análisis y diseño del sistema* se definieron y detallaron las características y alcances del módulo TAI para población con discapacidad visual o ceguera, así como la modelación del proceso. Las actividades desarrolladas fueron: identificación de necesidades, diagrama del proceso, diseño de la Estructura de la Base de Datos (EBD), modelado de la solución y definición de los principios de accesibilidad (adaptación a población con discapacidad visual o ceguera).

La *Construcción y estructuración de los módulos* implicó la elaboración de los códigos fuentes que darían estructura al módulo TAI para población con discapacidad visual o ceguera. Se implementó en formato digital lo definido en la etapa de análisis y diseño, las actividades fueron: definición de la arquitectura del proceso y la codificación de los módulos.

Finalmente, la *Implementación y pilotaje del prototipo del TAI* se ajustó el sistema TAI para población con discapacidad visual o ceguera de acuerdo con las especificaciones técnicas definidas en la etapa de análisis y diseño. En este punto se realizó el cargue de las preguntas del banco de ítems, se aplicó el pilotaje y la puesta en producción del sistema. Se evaluó el funcionamiento del TAI en población con discapacidad visual o ceguera, en un entorno real de aplicación controlada. El interés era observar la eficiencia del TAI desarrollado.

Construcción, validación y conformación del banco de ítems para el TAI.

El proceso de construcción del banco de ítems fue realizada con la participación de los miembros del Laboratorio de Psicometría de la Universidad Nacional de Colombia,. Todos los ítems elaborados y seleccionados para ser empleados en el banco de ítems del TAI, eran de selección múltiple con única respuesta y las fuentes de las que provinieron fueron: banco del Laboratorio de Psicometría, banco diseñado como parte de las tesis de maestría de Soler (2013) y Espinosa (2013), y preguntas construidos en el marco del proyecto UNAL-ICFES ya mencionado. La consolidación de este banco implicó realizar las siguientes actividades:

Selección de los ítems del banco del Laboratorio de Psicometría. Los ítems de lenguaje que hacían parte del banco del Laboratorio fueron revisados, se seleccionaron aquellos que cumplían con los requisitos establecidos en el Manual de construcción de preguntas para evaluar comprensión de lectura en personas con y sin LV, desarrollado por Espinosa (2013) y, posteriormente, fueron clasificados de acuerdo con la estructura propuesta por el ICFES para la subprueba de Lenguaje de la prueba SABER 11.o; es decir, que aunque se acogió la estructura de prueba propuesta por el ICFES, los ítems fueron adaptados para cumplir con los requisitos establecidos por Espinosa (2013).

Esta adaptación incluyó, entre otros aspectos, la reducción de los textos que eran muy largos y cuya longitud era innecesaria para abordar las competencias que se pretendían evaluar, y el reemplazo en los enunciados de expresiones como «En el texto, la palabra subrayada se refiere a» por «En la frase “[...]”, la palabra “[...]” se refiere a», ya que la expresión inicial le implicaba a los evaluados volver al texto a verificar de qué palabra se trataba y esto representaba barreras para la adecuada evaluación de la comprensión de lectura, particularmente, en las personas con LV.

Organización del banco de ítems desarrollado por Soler (2013) y Espinosa (2013). Teniendo en cuenta que estos ítems fueron construidos siguiendo el manual desarrollado por Espinosa (2013) y con base en la estructura definida por el ICFES para la subprueba de Lenguaje, esta actividad de organización consistió en codificar los ítems, trasladarlos al formato de construcción diseñado y, finalmente, validarlos junto con los ítems desarrollados dentro del proyecto UNAL-ICFES.

Construcción del banco de ítems del proyecto UNAL-ICFES. Esta actividad implicó la selección y capacitación del personal para construir los ítems y la elaboración de protocolos para su revisión. Los diez constructores seleccionados asistieron a una capacitación en la que se les dio a conocer la estructura de prueba, se les informó acerca de los aspectos que debían tener en consideración al construir los ítems de acuerdo con los protocolos diseñados, se les mostraron ejemplos de ítems de cada cruce de la estructura propuesta y se realizaron ejercicios de construcción. Todos los constructores tenían amplia experiencia en el área de psicometría y, algunos de ellos, con amplios conocimientos en procesos cognitivos y comprensión de lectura en personas con LV.

Después de esta capacitación, se conformaron dos grupos de constructores y se llevaron a cabo los talleres de construcción de manera independiente. Estos talleres tuvieron una duración aproximada de tres horas cada uno y, en total, se realizaron alrededor de diez sesiones por grupo.

Validación de ítems. Esta validación solo se llevó a cabo a los 196 ítems construidos en el presente proyecto UNAL-ICFES, ya que los ítems del Laboratorio de Psicometría estaban validados. El proceso de validación se realizó siguiendo los protocolos diseñados para tal fin, los cuales incluían la evaluación de los aspectos formales de los ítems, la dificultad estimada por los jueces (clasificada en baja, media o alta), la respuesta correcta de cada uno de ellos y su justificación, y el cruce de componente y competencia al que pertenecían, entre otros.

Este proceso de validación se realizó haciendo uso de dos estrategias: una validación cruzada, realizada entre los dos grupos de constructores, y una validación externa, en la que participaron cinco expertos, dos del área de psicometría y tres del área de comprensión de lectura. Esta validación se llevó a cabo en tres sesiones de cuatro horas cada una.

El banco de ítems resultante de las actividades anteriores incluyó 21 ítems del banco del Laboratorio de Psicometría, 61 del banco desarrollado por Soler (2013) y Espinosa (2013), y 196 contruidos como parte del proyecto UNAL-ICFES, para un total de 278 ítems.

Para llevar a cabo la tercera actividad, *calibración del banco de ítems*, los 278 ítems fueron ensamblados y diagramados en cinco formas de prueba que fueron revisadas por varios miembros del equipo para verificar que no tuvieran errores y fueron codificadas con sus hojas de respuesta para facilitar su identificación; cada forma de prueba quedó compuesta por 55 ítems (aprox.) y con dos versiones diferenciadas por el orden de presentación de los ítems (versiones A y B). Estas cinco formas fueron aplicadas a muestras de 211 a 308 evaluados, tal como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5.
Número de ítems y de evaluados por forma de prueba para la calibración del banco de ítems del TAI

Formas de prueba	Número de ítems	Número de evaluados		
		Versión A	Versión B	Total
1	55	170	120	290
2	54	170	138	308
3	54	171	134	305
4	58	98	113	211
5	57	101	110	211
Total	278	710	615	1.325

Para convocar a las personas que participaron en la aplicación piloto, se contactaron rectores de colegios públicos y privados de diferentes ciudades, se les solicitó que permitieran que su institución participara en el estudio y, una vez aceptaron, se les pidió a los estudiantes de grados 10.o y 11.o y a sus padres, su autorización para aplicar las pruebas. El proceso de aplicación se realizó siguiendo el manual de aplicación de pruebas diseñado dentro del proyecto UNAL-ICFES y estuvo a cargo de personas con experiencia en estos procesos.

Después de realizar la aplicación, se consolidaron las bases de datos y se realizaron análisis de dificultad, discriminación y flujo de opciones desde la TCT. Estos resultados fueron revisados en compañía de los constructores, posteriormente el banco del TAI quedó conformado por 245 ítems.

Se llevó a cabo un análisis factorial con rotación varimax para las formas de pruebas empleadas en el pilotaje para establecer la estructura interna del banco de ítems del TAI y tener evidencias de su dimensionalidad. Además es una evidencia a uno de los supuestos del TRI. Previamente al análisis factorial, se llevaron a cabo análisis de viabilidad mediante la medida de adecuación de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la Prueba de esfericidad de Bartlett, (KMO: 0,85 y Bartlett: 0,00) los cuales arrojaron resultados favorables para continuar con el análisis de la estructura interna. El análisis factorial se forzó a tres factores en consistencia con los factores observados de las pruebas SABER 11, por acciones (interpretativa, argumentativa y propositiva) o por componentes (función semántica de la información local, configuración del sentido global del texto y del sentido del texto hacia otros textos). Los ítems que no cargaron en ningún factor, inferiores a 0,25, fueron excluidos de los análisis.

La calibración de los ítems se realizó mediante el modelo de Rasch en el que se obtuvieron los ajustes al modelo, los resultados de dificultad por ítem en logitos, así como la función de información de los ítems y de la prueba. Este resultado se calculó con Winstep.

Los criterios de elección de ítems y de estimación de habilidad del TAI fueron definidos con los resultados de las personas con LV en la subprueba de Lenguaje de la prueba SABER 11 aplicada en 2013-II. Para el procedimiento de estimación de la habilidad y de selección de ítems se adoptó como estrategia los algoritmos que mejoraran la precisión en la estimación de la habilidad, además se observó que la estrategia de evaluación está orientada a procesos de evaluación masiva, en un contexto de toma de decisión, como las pruebas ICFES-SABER 11, por lo que los algoritmos debían basarse preferiblemente en datos empíricos.

Fase 2:

Esta fase consistió en el desarrollo del software TAI, su aplicación en población con discapacidad visual, baja visión o ceguera para obtener evidencias de su funcionamiento.

Participantes.

La muestra de participantes con LV de esta fase, estuvo conformada por estudiantes que presentaron la prueba SABER 11, en las aplicaciones 2013-II y 2014-I. El total de estudiantes

con LV fue contactado. Estas personas fueron invitadas por los miembros del proyecto UNAL-ICFES a participar en la aplicación del TAI. En total 40 presentaban algún tipo de LV (ceguera total, ceguera parcial o baja visión). Estas personas residían en los departamentos de Cundinamarca, Atlántico, Antioquia, Santander, Valle de Cauca, Bolívar, Quindío, Sucre, Norte de Santander, Risaralda, Boyacá, Tolima, Caldas y Huila.

Instrumentos.

Formatos de consentimiento y asentimiento informado. Estos formatos se utilizaron para informar a los participantes mayores y menores de edad acerca de las características del estudio y para que autorizaran su participación en la aplicación del TAI.

Protocolo de entrenamiento en manejo del TAI. Este protocolo se utilizó para igualar a la muestra en el manejo del TAI. Este entrenamiento ejemplificó la forma en la que los participantes podían y debían interactuar con la prueba, fue desarrollado con base en la manera en la que se diseñaron las plataformas usadas en el TAI.

TAI de comprensión de lectura. Este instrumento fue diseñado para el proyecto UNAL-ICFES del que se desprende este estudio, está conformado por un banco de 245 ítems vinculados a textos continuos, calibrado y construido con base en los criterios establecidos por Espinosa (2013) para evaluar comprensión de lectura en personas con LV y en la estructura definida por el ICFES para la construcción de la subprueba de Lenguaje, descrita en apartados anteriores.

Cuestionario de variables sociodemográficas. Este instrumento fue diseñado para el proyecto UNAL-ICFES del que se deriva este estudio e incluyó preguntas que abordaban variables de interés para los distintos subproyectos. Las variables de este cuestionario analizadas en este proyecto fueron sexo, edad, estrato socioeconómico, lugar de procedencia, sector de la institución educativa en la que estudiaron los participantes y tipo de LV, en caso de presentarla.

Instrumento de familiaridad informática (FI-S). Se compone de 17 preguntas que indagan por la habilidad en el manejo del computador y los softwares más empleados. (Ver Apéndice A)

Cuestionario de percepción de validez PV (Prueba usabilidad). Este cuestionario fue construido en el marco del proyecto ICFES-UNAL. Está compuesto por 11 ítems que evalúan la percepción de los evaluados sobre la usabilidad, funcionalidad, así mismo su valoración o

percepción al ser evaluado mediante el TAI. Las preguntas están orientadas a conocer su impresión sobre el TAI, comparar su experiencia a través de un medio informatizado y la prueba en lápiz y papel, al final del cuestionario se pregunta por los aspectos positivos del TAI y por las observaciones o mejoras a considerar (Ver Apéndice B).

Paquetes de análisis de datos. De acuerdo con las exigencias de los métodos que se utilizaron, se hizo uso de los programas SPSS v.22.

Procedimiento

Para la ejecución de esta fase se conformó la muestra de personas con discapacidad visual y ceguera, la aplicación de los instrumentos y el entrenamiento para el uso del TAI y el análisis de los datos recolectados. Las dos primeras actividades se desarrollaron con la colaboración de los miembros del proyecto Unal-Icfes.

Los primeros contactos para la conformación de la muestra se realizaron por el ICFES, en aplicación del protocolo de la Entidad para la reserva de la información. En total fueron 104 personas con LV, el ICFES les informó acerca de las características del proyecto UNAL-ICFES y les pidió consentimiento de compartir sus datos para que fueran contactados por los miembros del proyecto para la aplicación del TAI. Dentro de las dificultades encontradas es que varias personas no vivían en el mismo domicilio reportado cuando presentó la prueba SABER 11.o, había cambiado de número de teléfono o había dado datos erróneos, no obstante, se logró que 40 personas con LV aceptaran participar en el proyecto.

Por razones de economía y movilidad de los participantes las sesiones de aplicación se realizaron en las 14 ciudades informadas, en los domicilios de cada uno de los evaluados, entre abril de 2015 y abril de 2016 en los horarios acordados. Para la aplicación se contó con el apoyo del laboratorio de Psicometría a través del cual participaron en la investigación seis psicólogos que llevaron a cabo las aplicaciones en cada ciudad. Se emplearon el mismo número de portátiles en los cuales se instaló el programa del TAI para población con discapacidad visual o ceguera.

Los examinadores recibieron un entrenamiento previo para el uso del TAI, al ser psicólogos y psicómetras de formación se facilitó la comprensión de las condiciones óptimas para la aplicación y de la población objetivo de la evaluación. Con el fin de estandarizar el

procedimiento se construyó un protocolo para la aplicación de los instrumentos y los entrenamientos que se realizarían a los evaluados.

El protocolo siguió el siguiente procedimiento: entablar una familiaridad evaluado-evaluador mediante la explicación de los objetivos de la evaluación y las características de la herramienta a usar; observar que las condiciones de aplicación fueran óptimas y cómodas para los evaluados. Después se aplicó el Instrumento FI el cual duraba en promedio 10 minutos y el entrenamiento en el manejo del TAI que consistía en la manipulación por parte del evaluado de un sistema *Demo* del TAI, el cual tenía una duración aproximada de 10 minutos. Una vez el evaluador observaba la comprensión del manejo del TAI se daba inicio a la aplicación del TAI de comprensión de lectura, en el caso que se requería se retomaba nuevamente un segundo entrenamiento. El tiempo de aplicación del TAI en la versión de evaluación, duró en promedio un hora y dieciocho minutos, tiempo que variaba según el individuo.

Al finalizar el proceso de aplicación de la prueba TAI para población con discapacidad visual o ceguera, se aplicó el cuestionario que midió la usabilidad del sistema (cuestionario PV, denominado instrumento de percepción de validez en el marco del proyecto UNAL-ICFES) con el que se observaron las fortalezas y debilidades específicas del sistema y la satisfacción subjetiva de los sujetos en el diseño de la aplicación y la interfaz del TAI para población con discapacidad visual o ceguera.

Una vez aplicado el TAI se llevaron a cabo análisis descriptivos a partir de los datos obtenidos en los instrumentos aplicados FI-S, PV y los registrados en el procesamiento del TAI. Con estos resultados se obtuvo información sobre la usabilidad y la eficiencia del sistema TAI para población con discapacidad visual o ceguera.

Resultados

A continuación se presentan los resultados de la investigación, tomando como partida los objetivos definidos en el proyecto, se presenta inicialmente los resultados de la primera fase, en la que se observa el proceso de construcción del banco de ítems y las características psicométricas del banco de ítems, luego, como parte de la segunda fase se muestran los resultados de procesos de aplicación del instrumento y la respuesta de las personas con discapacidad visual y ceguera, en el que se incluyen las medidas asociadas con la precisión o el error estándar en la estimación de la habilidad, dificultad de los ítems, análisis de eficiencia del TAI con base en el número ítems empleados y duración de la prueba, finalmente se presentan los resultados de la autonomía en la aplicación por parte de la persona con discapacidad visual y ceguera.

Fase 1. Análisis y diseño del sistema

Revisión de procedimientos TAI.

En las siguientes tablas se reporta la comparación de los diferentes métodos o criterios en cada uno de los procedimientos del TAI considerando: la población objetivo a la cual va dirigida la prueba, es decir población con discapacidad visual o ceguera; aplicabilidad del método o criterio en el contexto de aplicación de pruebas masivas tipo ICFES-SABER; ventajas y desventajas prácticas encontradas en la revisión de la literatura. Al finalizar la revisión de los procedimientos de TAI, se esboza una propuesta alternativa para ser tomada en cuenta en el diseño de TAI dirigido a población con discapacidad visual o ceguera.

Tabla 6.
Revisión de procedimientos de la estrategia de arranque

Criterios	Ventajas	Desventajas
Fijar nivel habilidad a priori	Mejora la precisión de estimación de Θ .	No siempre se tiene información previa.
Fast Test	Mejora la precisión de estimación de Θ .	Se destinan otros ítems para elaborar una prueba adhoc. Aumentan los costos de elaboración de ítems.
Examinado elige nivel Θ	Mejora estimación de habilidad. Disminuye posible ansiedad del examinado. Tiempo promedio de prueba es relativamente menor.	Es poco probable que el examinado conozca su nivel de habilidad.

Criterios	Ventajas	Desventajas
Método bayesiano	Aumenta la precisión de la estimación de la habilidad. Reduce el número de ítems y la duración de la prueba.	No siempre se tiene información previa.
Fijar un rango de habilidad	Mejora la estimación cuando el nivel de habilidad del sujeto está cerca al rango de habilidad.	No siempre se tiene información previa. Alta exposición de los ítems definidos en el intervalo.
Dificultad graduada	Disminuye posible ansiedad del examinado.	Se exponen más ítems. El tiempo promedio de la prueba es mayor.
Aleatorio	Distribuye equitativamente la probabilidad de selección de los ítems	El tiempo promedio de la prueba es mayor.

Tabla 7.

Revisión de procedimientos de estimación de la habilidad

Criterios	Ventajas	Desventajas
Estimación de máxima verosimilitud	Estima θ_0 buscando el valor de θ que maximiza la probabilidad de acertar un ítem dado un nivel de rasgo. Se fundamenta en los datos empíricos. Es útil para comparar grupos por su media; equiparar las estimaciones de la habilidad de diferentes tipos de tests.	Cuando hay patrones constantes de respuestas (aciertos o desaciertos) no estima la habilidad, agota el banco.
BAYESIANOS: Estimación Esperada a posteriori	Incorpora información sobre la distribución a priori de los niveles de habilidad de la población o del contexto. EAP: Usa la media de la distribución posterior y EMP: Es el valor θ que maximiza la probabilidad posterior. Son útiles cuando el objetivo es ordenar a los sujetos.	El θ estimado, adiciona el valor de la distribución a priori de la habilidad de la población. Cuando la prueba tiene pocos ítems el sesgo en estimaciones aumenta. Genera menor error típico pero mayor sesgo.

Tabla 8

Revisión de procedimientos de selección de ítems

Criterios	Ventajas	Desventajas
Máxima información	Selecciona el ítem de mayor información (FI) disponible en el banco de ítems para el nivel actual de habilidad estimado. Logra precisas estimaciones de la habilidad cuando se emplea junto con el método de máxima verosimilitud.	Aumenta la sobreexposición de ítems, utiliza los más discriminativo y tiende a infrautilizar los que tienen bajo nivel de información.
BAYESIANO: Máxima precisión esperada	Selecciona los ítems que proporciona una menor varianza de la distribución posterior estimada. Ofrece estimaciones más precisas y con un número relativamente menor de ítems.	Aumenta la sobre exposición de los ítems.

Tabla 9.
Revisión de criterios de parada

Criterios	Ventajas	Desventajas
Longitud fija (LF)	Se establece previamente el número de ítems. Se usa cuando el objetivo de la evaluación tiene implicaciones relevantes para el evaluado.	No se logra un nivel óptimo de precisión para todas las estimaciones de habilidad.
Error estándar de medida pre-especificado (SEM).	El test finaliza cuando se obtiene el valor fijado del error típico de medida. Se puede determinar la precisión satisfactoria del nivel de habilidad a través del error de medida.	Sí se fija un error pequeño, se incrementa el número de ítems a aplicar y viceversa.
De clasificación (mastery/classification). Referidas a un criterio o dominio.	Determina si el evaluado alcanzó cierto nivel de competencia o dominio, el cual se fija previamente. Clasifica el nivel de habilidad del evaluado en categorías excluyentes. (admitido – no admitido). Útil en procesos de selección.	No es útil en pruebas de rendimiento con carácter clasificatorio ordinal.

Con base en esta revisión se tomó la decisión de adoptar los criterios para cada uno de los procesos del TAI. Para la elección del ítem de arranque se tuvo en cuenta la habilidad media en los resultados obtenidos por las personas con LV en la subprueba de Lenguaje de la prueba SABER 11 aplicada en 2013-II y se fijó un rango de habilidad con el fin de seleccionar, de forma aleatoria, un ítem que se encontrara entre -0,73 y 0,0, es decir, en un valor cercano al nivel medio de habilidad de esta población; para la estimación de la habilidad se utilizó el algoritmo de máxima verosimilitud con ajuste de media ponderada de Warm; para la elección de los ítems intermedios se empleó el criterio de máxima información de Fisher; y, finalmente, como criterio de parada del TAI se optó por un valor fijo de error típico de medida de 0,4, valor obtenidos por las personas con LV en la subprueba de Lenguaje de la prueba SABER 11 aplicada en 2013-II.

Características tecnológicas del TAI

En la literatura revisada no se encontró información acerca de los TAI para población con discapacidad visual y ceguera; lo más cercano son adecuaciones de páginas web para las personas con esta dificultad que le permiten al usuario acceder más fácilmente a la información allí expuesta. Al igual que se está generando mayor interés en la tiflotecnología, que permiten el aprovechamiento práctico de los conocimientos tecnológicos aplicados a personas ciegas o con

baja visión, mediante equipos específicos o adaptaciones, de acuerdo con las necesidades u objetivos de cada usuario.

Se encontró que la tecnología está en estado óptimo para su adecuación a las necesidades de la población con discapacidad visual y los objetivos del proyecto en cuanto al diseño del TAI. En este sentido se decidió que el TAI estaría basado en una estructura modular de acuerdo con las necesidades del proyecto, en este sentido se encontró que estaría compuesto por cuatro módulos que en conjunto conforman el TAI, estos son: Administración; Gestión de ítems; Evaluación y Resultados. El software estaría basado en un entorno web lo cual permitiría fácilmente su escalabilidad y administración.

Para los fines de la evaluación se observó que la estrategia más efectiva es la presentación de ítems audibles, de forma ordenada y secuencial de tal manera que la estructura del ítem no se viera alterada por una falla en el procesamiento del sistema. Este se complementa con el uso de audífonos lo cual garantiza la seguridad de la pregunta (ítem audible). El proceso de interacción entre el individuo y el sistema TAI se realiza por medio del teclado, a través de una secuencia de teclas que tienen una configuración particular en el TAI, así mismo corresponden a teclas que son de amplio uso y que son determinadas por las normas internacionales de accesibilidad.

Normas de accesibilidad informática

Dentro del diseño del TAI, se aplicaron los criterios de las normas nacionales e internacional sobre desarrollo de software accesible dirigido a población con discapacidad visual. Estas son:

- Web Content Accessibility Guidelines -WCAG 2.0-.
- Norma Técnica 5854 del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).
- Decreto Ley 1151 de 2008.
- Norma Técnica 5854 del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).
- Decreto 2693 de 2012, que deroga el Decreto 1151 de 2008.
- Manual 3.1 para la implementación de la Estrategia de Gobierno en línea Entidades del Orden Nacional.

- Ley No. 1680 del 20 de noviembre de 2013, por la cual se garantiza a las personas ciegas y con baja visión, el acceso a la información, a las comunicaciones, al conocimiento y a las tecnologías de la información y de las comunicaciones.

Se emplearon las pautas generales de contenido informático y Web, en concordancia con la Norma técnica colombiana ICONTEC 5854, al observar que el software accesible debe: Ser perceptible; Ser operable; Ser inteligible y Ser robusto.

Principios de accesibilidad y usabilidad considerados en el desarrollo a nivel de software.

En la tabla 10 se muestran los principios considerados y aplicados en el desarrollo del TAI dirigido a evaluar población con discapacidad visual o ceguera:

Tabla 10.
Principios de accesibilidad y usabilidad empleados en el desarrollo del software

PRINCIPIOS GENERALES	SOLUCIÓN TAI
El software debe estar diseñado para minimizar el número de pasos que debe realizar el usuario para activar cualquier opción. Lo ideal es que como máximo, cualquier acción no requiera más de dos o tres pasos para ser llevada a cabo.	La aplicación se diseñó con base en el principio de simplicidad funcional, una tecla una función.
Se debe poder manejar el software de forma efectiva utilizando sólo uno de los posibles dispositivos de entrada. El software debe poderse usar totalmente empleando únicamente el teclado o únicamente el ratón o cualquier dispositivo que los sustituya.	Las funciones de la aplicación se acceden sólo con teclado
Se debe proporcionar una función que permita a los usuarios deshacer los efectos de acciones no intencionadas. Si una acción no puede deshacerse, se debe pedir confirmación antes de realizarla.	Doble filtro de control. Al momento de activar una tecla se da información audible sobre la acción ejecutada. El proceso de respuesta finaliza cuando la persona confirma pasar a la siguiente pregunta.
Si el usuario cambia de tarea, al regresar a la anterior, su interfaz debe recordar cuál era el control que tenía el foco.	El usuario no puede devolver a la pregunta anterior por lo que al momento de activar la tecla -flecha izquierda- se informa tal situación.
El sistema operativo debe informar al usuario sobre el estado de las características de accesibilidad. De esta forma, el usuario podrá conocer en todo momento si una determinada característica de accesibilidad se encuentra activada o no.	Se dispone de audio con instrucciones generales sobre la aplicación de la prueba como de la navegación en la aplicación. Se activa con la letra enter.
Se deben poder activar todas las funciones (incluyendo la navegación) sólo mediante teclado.	Activación de funciones por sólo teclado
Se debe permitir cambiar la asignación de funciones de todas las teclas. Personas que sólo tienen destreza en una de las manos pueden querer desplazar las funciones importantes a la parte del teclado que es más cómoda de manejar con esa mano.	La combinación de teclas empleadas para el proceso de respuesta de una prueba informatizada se seleccionaron con base en criterios de ergonomía en el uso de teclados, la selección

PRINCIPIOS GENERALES	SOLUCIÓN TAI
	de las teclas se debe a las guías (convenciones) estándar para población con discapacidad visual o ceguera, fácilmente discriminables.
El desplazamiento mediante teclado de un elemento a otro en los cuadros de diálogo debe seguir una secuencia consistente con la distribución en pantalla. Esta condición facilita el seguimiento de la navegación por teclado y es fundamental para las personas que no pueden ver la pantalla o personas con problemas cognitivos.	Para el desplazamiento entre audios se utilizan las teclas arriba y abajo, en concordancia con la estructura de la pregunta y del módulo. Así mismo guarda relación con la lógica de desplazamiento generalizada en la informática.
La navegación entre elementos de la interfaz debe ser circular. Una navegación circular acelera el acceso por teclado a los elementos finales de un menú y, además, es muy conveniente para personas con problemas de aprendizaje	Para el desplazamiento entre audios se utilizan las teclas arriba y abajo, en concordancia con la estructura de la pregunta y del módulo, una vez llega al final del proceso persiste la secuencia del último con el primero, así mismo el proceso de aplicación es estandarizado (es el mismo en cada pregunta).
Deben proporcionarse combinaciones de colores predefinidas que hayan sido diseñadas teniendo en cuenta las necesidades de las personas con deficiencias visuales. Ejemplos de estas combinaciones son fondos oscuros con textos claros.	Por defecto se dispondrá de fondo negro y letra blanca, la cual es la opción de mayor contraste y recomendada por INCI.
Deben ofrecerse funciones que permitan enviar cualquier información textual a una salida mediante síntesis de voz. Esto es imprescindible para todos los usuarios ciegos que utilizan ayudas técnicas basadas en síntesis de voz.	Todo el contenido del módulo de evaluación es audible, inclusive durante la navegación
La salida en síntesis de voz debe aparecer inmediatamente después de ocurrir el evento que la originó. De esta forma un usuario que no puede ver la pantalla podrá seguir el curso de eventos.	El tiempo de latencia entre la acción del usuario y la información es inmediata.
El usuario debe poder pausar o detener la presentación dinámica de información. Esto incluye información en movimiento, parpadeante o que se actualiza automáticamente	El usuario tiene el control del audio pausa/continuación a través de la barra espaciadora.
Las aplicaciones deben utilizar los servicios ofrecidos por el sistema operativo para facilitar su accesibilidad.	Entorno Windows (masificado) y otros sistemas operativos
Las aplicaciones no deben desactivar o interferir en las características de accesibilidad del sistema operativo o de otros productos.	Compatibilidad con Windows y otros sistemas operativos
El usuario debe poder activar la presentación visual de avisos sonoros. Los usuarios deben tener la posibilidad de hacer que los avisos sonoros del sistema o de las aplicaciones se muestren en pantalla.	Ante cualquier acción el usuario será informado mediante audio la acción ejecutada.
El usuario debe poder ajustar el volumen de los sonidos. El usuario puede necesitar ajustar el volumen debido a tener una deficiencia sensorial o a encontrarse en un ambiente en el que o bien debe mantenerse el silencio (por ejemplo una biblioteca pública) o por el contrario necesitar más volumen por ser ruidoso el ambiente (por ejemplo, un aeropuerto).	Para la aplicación de la prueba en entorno informático para población con discapacidad visual o ceguera, se prevé el uso de audífonos con aislamiento acústico local y control de volumen. El computador debe estar en el volumen máximo de tal manera que el ajuste de sonido se haga a través de los audífonos.
Los mensajes emitidos deben ser cortos, sencillos y redactados en un lenguaje claro para el usuario no técnico. El usuario debe	Este principio debe ser efectuado al momento de la grabación de los audios, sin embargo los

PRINCIPIOS GENERALES	SOLUCIÓN TAI
poder comprender fácil y rápidamente el mensaje que se le está transmitiendo.	audios de navegación son instrucciones precisas y cortas.
El foco de entrada debe quedar reflejado en pantalla de forma inequívoca. Esta información es fundamental para las ayudas técnicas utilizadas por personas que no pueden ver la pantalla, pero también es útil para que cualquier usuario pueda saber fácilmente sobre qué elemento de la interfaz está trabajando.	Al iniciar una nueva pregunta de forma automática se hace la lectura del texto mediante el ítem audible (audio).
La información sobre errores o los avisos relevantes para la tarea actual deben persistir hasta que el usuario confirme su lectura. No todos los usuarios pueden leer un mensaje con la misma velocidad, además es importante que el usuario deba confirmar haber leído el mensaje para garantizar que ha tenido tiempo suficiente para leerlo y comprender su significado.	Todo el contenido del módulo de evaluación es audible, inclusive durante la navegación
La documentación del producto debe estar redactada de la forma más clara y sencilla posible, dentro del vocabulario del dominio de la aplicación. La documentación de un sistema CAD puede utilizar terminología de dibujo técnico. Debe intentarse evitarse el uso de terminología en otros idiomas si el concepto tiene una forma de expresarse recogido en el Diccionario de la Real Academia Española.	Este principio debe ser efectuado al momento de la grabación de los audios, sin embargo los audios de navegación son instrucciones precisas y cortas.

Requisitos de accesibilidad a nivel de hardware.

En la tabla 11 se encuentran los principios de accesibilidad a nivel de hardware y de elementos accesorios que se aplicaron en el TAI para que las personas con discapacidad visual o ceguera interactúan con el mismo:

Tabla 11.
Principios de accesibilidad considerados a nivel de hardware

PRINCIPIOS GENERALES	SOLUCIÓN TAI
Los botones e interruptores deben ser fáciles de localizar y activar. Deben estar situados preferiblemente en la parte frontal o superior del producto. No deben estar en la parte trasera ni inferior.	La selección de los botones del teclado se efectuó con base en criterios de ergonomía
Los botones e interruptores deben percibirse de forma táctil sin que el hecho de tocarlos provoque su activación. Esto facilita que personas ciegas puedan reconocer el botón adecuado y además, como en el caso de usuarios con temblores, eviten errores de pulsación en el proceso.	La combinación de teclas empleadas para el proceso de respuesta de una prueba informatizada se seleccionaron con base en criterios de ergonomía en el uso de teclados, la selección de las teclas se debe a las guías (convenciones) estándar para población con discapacidad visual o ceguera, fácilmente diferenciables.
El ordenador debe disponer de un teclado independiente de la unidad central de proceso o bien admitir la conexión de un teclado externo adicional. Así podrá ser colocado en el lugar más conveniente para el usuario o ser sustituido por dispositivos de entrada alternativos.	Se dispone de teclado periférico.

PRINCIPIOS GENERALES	SOLUCIÓN TAI
Los grupos de teclas alfanuméricas y numéricas deben tener teclas guía con marca táctil. Estas marcas permiten que personas con deficiencia visual o ceguera puedan orientarse en cuanto a la ubicación del resto de las teclas. En los teclados QWERTY son las teclas J, F y en el teclado numérico la tecla 5.	Los teclados de computador convencionales cumplen con esta norma.
Todos los componentes del sistema deben tener una base estable y no deslizante, excepto aquellos componentes que requieran ser desplazados para realizar alguna de sus funciones básicas. Deben tener una base estable y no deslizante los dispositivos que deben permanecer fijos mientras están funcionando como un monitor, un trackball, un teclado, etc. No es aplicable a periféricos que necesiten ser desplazados, como un ratón o un escáner de mano.	Los dispositivos y elementos de hardware deben ser ubicados en una superficie estable y lisa.
La pulsación de teclas debe transmitir al usuario una sensación táctil y sonora. Un usuario con deficiencia visual o con problemas de sensibilidad en los dedos percibirá en cada momento que la tecla ha sido pulsada.	Los teclados de computador convencionales cumplen con esta norma.
El volumen se debe controlar mediante un mando físico o mediante el software. La mayoría de los ordenadores portátiles incorporan un mando físico para modificar el volumen del sonido, además de poder ser manejado por el software del sistema operativo.	Para la aplicación de la prueba en entorno informático para población con discapacidad visual o ceguera, se prevé el uso de audífonos con aislamiento acústico local y control de volumen. El computador debe estar en el volumen máximo de tal manera que el ajuste de sonido se haga a través de los audífonos.
El usuario debe poder seleccionar un volumen que sobrepase en 20 dB el nivel sonoro ambiental. Con esto, se posibilita que el usuario siempre pueda escuchar el sonido emitido. Este punto normativo deberá cumplirse siempre que el nivel sonoro ambiental no supere los niveles máximos permitidos legalmente.	Para la aplicación de la prueba a través de un computador para la población con discapacidad visual o ceguera, se previó el uso de audífonos con aislamiento acústico local y control de volumen. El computador debe estar en el volumen máximo de tal manera que el ajuste de sonido se haga a través de los audífonos.
Los botones e interruptores deben poder manejarse con una sola mano y su activación no requerirá movimientos que impliquen apretar fuertemente (fuerza máxima de 22,2 newtons), girar la muñeca o pinzar. Las personas con problemas de destreza manual encuentran reducida su capacidad de manipulación, coordinación y fuerza para realizar dichos movimientos.	Los teclados de computador convencionales cumplen con esta norma.
Los controles deben ser cóncavos, suficientemente grandes y tener una superficie no deslizante. Es más fácil acceder, atinar y pulsar con determinadas ayudas técnicas (varillas, punzones...) sobre un control con estas características. Un tamaño adecuado es al menos 7 mm × 7 mm de superficie.	Los teclados de computador convencionales cumplen con esta norma.
Los símbolos de las etiquetas de los botones e interruptores deben estar normalizados o en su defecto, ser de uso común. De esta forma, su significado será fácilmente reconocible.	Los teclados de computador convencionales cumplen con esta norma.
Las etiquetas de los botones e interruptores imprescindibles para el manejo del producto deben ser legibles: deben tener un alto contraste, un tipo de letra sans-serif y una altura mínima de 4 mm. Las letras con estas características son más fáciles de distinguir para personas con deficiencias visuales.	Los teclados de computador convencionales cumplen con esta norma.
El color, brillo y contraste de la pantalla se debe ajustar para adaptarse a las condiciones ambientales. Si existe una gran luminosidad exterior la pantalla podría no verse o si hay poca luminosidad podría resultar molesta al usuario.	Los monitores convencionales cumplen con esta norma.
El producto no debe generar campos electromagnéticos o de radio-frecuencia que puedan interferir con los usuarios de prótesis auditivas. Periféricos que pueden causar estas interferencias son dispositivos inalámbricos como ratones, teclados, etc.	Los dispositivos deben cumplir con la norma estándar CE.

PRINCIPIOS GENERALES	SOLUCIÓN TAI
Si un producto genera salida por síntesis de voz, se debe poder ajustar sus parámetros básicos: velocidad y tono. El usuario acomoda a su gusto, necesidades o costumbres. También sería muy recomendable que pudieran ajustarse otros parámetros de la voz, como el volumen, el sexo, etc.	El usuario podrá ajustar la velocidad del audio.
Si un producto genera salida por voz, debe ofrecer algún mecanismo para escucharlo de forma privada (sin molestar a otros usuarios) y para interrumpir esa salida. Una solución sencilla sería incorporar una conexión para auriculares o dispositivos especiales de escucha.	Se prevé el uso de audífonos con aislamiento acústico local y control de volumen. El computador debe estar en el volumen máximo de tal manera que el ajuste de sonido se haga a través de los audífonos.
Debe existir alguna forma directa para reajustar el volumen al valor predeterminado por el usuario. Un usuario puede definir un valor prefijado para el volumen. Si el producto es utilizado por varios usuarios, es posible que los otros modifiquen el nivel del volumen. Por ello debe ofrecerse un mecanismo sencillo y directo para que el usuario con discapacidad pueda restaurar el volumen del sonido a sus necesidades.	Para la aplicación de la prueba en entorno informático para población con discapacidad visual o ceguera, se prevé el uso de audífonos con aislamiento acústico local y control de volumen. El computador debe estar en el volumen máximo de tal manera que el ajuste de sonido se haga a través de los audífonos.
Cuando es necesaria una respuesta del usuario en un tiempo determinado, debe proporcionarse un aviso antes de que el tiempo expire. Este aviso tendrá que ser percibido tanto de forma visual como sonora. Algunas impresoras ofrecen un comportamiento especial de sus botones durante la secuencia de arranque, de tal forma que si se pulsan en ese momento realizan, por ejemplo, una prueba de impresión, una calibración de los inyectores, etc. La impresora debería avisar cuando ya ha expirado dicho tiempo.	El proceso de aplicación de la prueba informatizada tiene un punto de finalización definido, en este momento se dispondrá de un audio informativo.

Construcción y estructuración de los módulos

Como se informó previamente, el TAI dirigido a evaluar población con discapacidad visual o ceguera se compone de varios módulos que integrados lo hacen un sistema funcional y operativo, en cada uno de ellos interactúan distintos roles los cuales tienen unas funciones habilitadas y unas restricciones, a excepción del rol de administrador quien podrá interactuar en la mayoría de ellos. La figura 1 muestra la estructura modular del TAI:

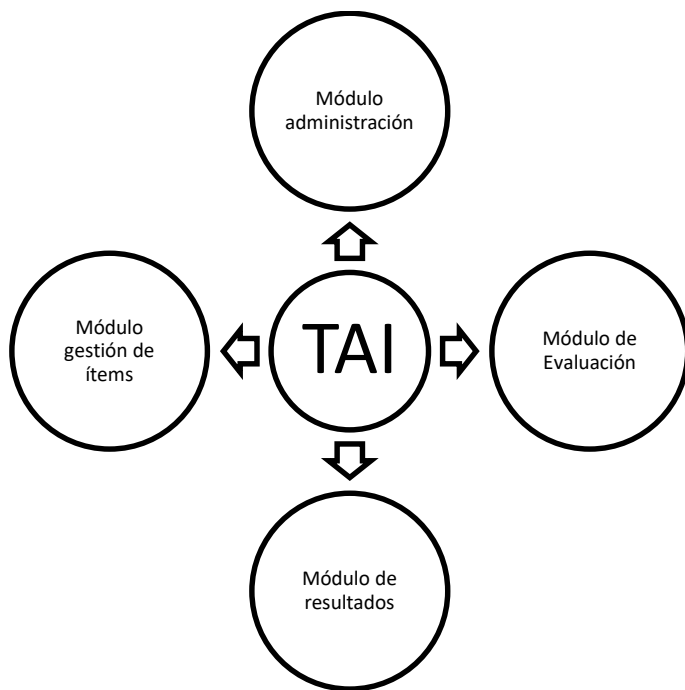


Figura 1. Módulos del TAI

En el *Módulo del administración*, el administrador selecciona los procedimientos que van a operar en el TAI de acuerdo con los objetivos de la investigación que desea explorar, además de configurar y habilitar a los usuarios participantes de la evaluación. El administrador es el usuario con mayores privilegios. Tiene acceso a todas las opciones que ofrece el sistema (TAI). Puede gestionar los test, especificar el ámbito, temas y subtemas objeto de la prueba, ejecutar test para lo cual podrá iniciar una sesión de evaluación, definiendo los parámetros en los que se va a desarrollar la misma, crear, registrar, administrar y controlar la información del usuario evaluado, además podrá conocer el detalle de las estadísticas, en el que podrá visualizar y exportar los resultados en una base de datos xlsx.

El administrador accede al formulario para que el examinado brinde información personal sociodemográfica de interés dentro de una investigación. La información definida es: *Datos personales y de la investigación: Nombres; Apellidos; Número de identificación; Institución; Sexo; Estrato; Edad; Lugar de procedencia; Fecha de nacimiento (o edad); Colegio: Público o Privado; Escolaridad: : Bachiller Incompleto; Bachiller Completo; Técnico; Tecnólogo; Universitario Incompleto; Universitario; Posgrado; ¿Ha presentado alguna prueba?; Tipo de*

acomodación: Auditiva Computarizada o Visual Computarizada; Tipo de limitación: Ceguera Total; Ceguera Parcial; Visión Baja; Otra; Otra discapacidad; Experiencia con software de lectura: Sí o No y ¿Cuál?.

El *Módulo de gestión de ítems* permite la creación, administración y disposición de los ítems que conforman el banco de ítems, mismos que se dispondrán en el proceso de evaluación de los examinados. A través de este módulo se relacionarán los parámetros de cada uno de los ítems, además de incorporar el audio a cada ítem.

El *módulo de evaluación* es la instancia a través de la cual el examinado interactúa con el TAI, es decir con la prueba de comprensión lectora y de manera discreta con los procedimientos y algoritmos. Este modulo solo puede ser habilitado por el administrador para ejecutar el test, el evaluado interactúa con el TAI a través de las teclas configuradas y habilitadas. Se compone de tres apartados que guardan relación con la estructura general del ítem en: contexto, enunciado y opciones de respuesta.

El contexto incluye una lectura mediante la cual se responde el enunciado indicado, a través de las opciones de respuesta, esta última se identifica con las letras A, B, C y D. Para evaluar personas con discapacidad visual o ceguera, se elaboraron ítems audibles, de tal manera que un ítem se compone por varios audios, así:

- Contexto
 - Título
 - Primer párrafo o idea coherente (Audio 1.1)
 - Segundo párrafo o idea coherente (Audio 1.2)
 - (...)
- Enunciado
 - Primer párrafo o idea coherente (Audio 2.1)
 - Segundo párrafo o idea coherente (Audio 2.2)
 - (...)
- Opciones de respuesta
 - A: Primera opción de respuesta (Audio 3.1)
 - B: Segunda opción de respuesta (Audio 3.2)
 - C: Tercera opción de respuesta (Audio 3.3)
 - D: Cuarta opción de respuesta (Audio 3.4)

Para efectos de manejo del TAI se dispusieron de teclas específicas que operan una funcionalidad en el sistema. Esta funcionalidad se divide en dos: a) las teclas de *navegación*: permiten que el usuario se desplace en los diferentes audios y b) las teclas de *ejecución*: permiten al usuario responder el TAI y avanzar al siguiente ítem.



Figura 2. Configuración de teclas para el TAI y la función asignada

La figura 3 muestra el proceso de respuesta del TAI con ítems audibles, en el que se observa el proceso automático de lectura del ítem completo. El evaluado puede seleccionar la opción de respuesta en las teclas habilitadas para este efecto, en caso de tener alguna duda o inquietud, puede repetir los audios a libre elección. El TAI concluye una vez se cumpla el criterio de parada. Al finalizar el proceso de evaluación se muestra la cantidad de respuestas presentadas, número de aciertos y desaciertos.

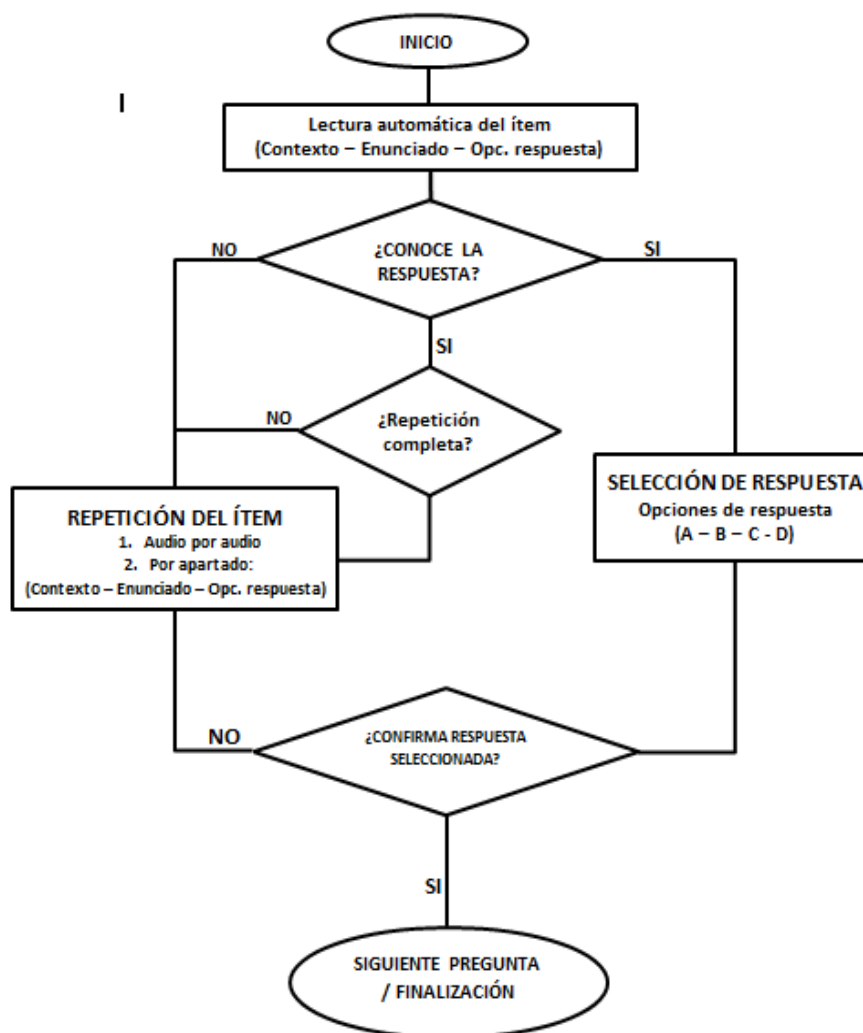


Figura 3. Flujograma general aplicación de TAI para población con discapacidad visual y cieguera

En el *módulo de resultados*, el administrador puede acceder al conjunto de datos registrados para cada uno de los evaluados, donde podrá consultar o exportarlos en formato *xlsx*, las siguientes variables:

- Número de veces que las personas reproducen cada texto en cada pregunta.
- Tiempo que se tarda en individuo en dar respuesta a cada ítem.
- Número de veces que el individuo reproduce cada fragmento de texto, incluyendo las opciones de respuesta.
- Orden en el que el individuo reproduce cada fragmento de texto, incluyendo las opciones de respuesta.

- Tiempo que tarda el individuo en dar respuesta después de haber leído todas las opciones.
- Cambios en las respuestas que da el individuo.
- Medias de la prueba por persona.
- Varianzas de la prueba por persona.
- Estimación de parámetros de dificultad y discriminación en el modelo IRT.

Aspectos informáticos del TAI

Para el desarrollo informático del TAI, se optó por un entorno web lo cual permite la escalabilidad del sistema y su conectividad con una red y otros dispositivos o periféricos. Los programas empleados para su desarrollo se basan en software libre, lo cual favoreció la viabilidad del proyecto. El lenguaje de programación está basado en PHP: Hypertext Preprocessor versión 5.4.3 y la base de datos está configurada en MySQL versión 5.5.24. Estos programas tienen la característica de ser ampliamente empleados y populares, los entornos de desarrollo son fáciles de programar y configurar, cuentan con una comunidad muy grande la cual resuelve dudas fácilmente, en un entorno colaborativo se facilita la disposición de librerías o APIs. MySQL es una base de datos de las más potentes y robustas actualmente disponibles, así mismo la interacción de PHP y HTML en un entorno web es muy sencilla, segura y confiable. Los otros programas empleados son: Wamp Server versión 2.2 y Apache versión 2.4.2., los cuales colaboran en la interacción con protocolos HTML.

En la gráfica 4 se observa la arquitectura del sistema. Este diseño contempla un modelo de arquitectura Cliente-Servidor en el que el usuario interactúa con el TAI y este le da respuesta a los requerimientos configurados.

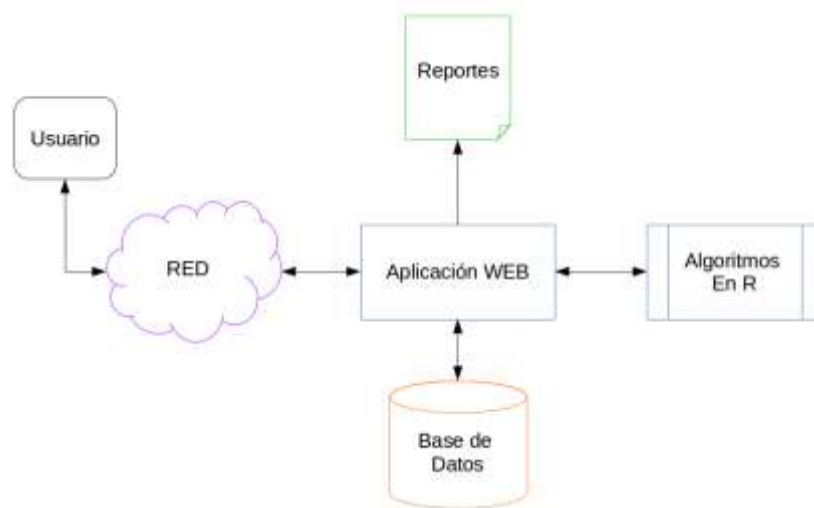


Figura 4. Arquitectura del sistema TAI diseñado para población con discapacidad visual y ceguera

En el Apéndice C y D se observa el modelo de la base de datos del sistema TAI y el diccionario de datos, respectivamente.

Análisis iniciales para la calibración del banco de ítems

La base de datos de la subprueba de lectura crítica de la prueba SABER 11 para el periodo 2013-II sirvió como punto de referencia para definir los parámetros en la calibración de los ítems para evaluar población con discapacidad visual y ceguera.

En la tabla 12 se informa el número de estudiantes con discapacidad visual o ceguera (DVc) y videntes según forma de prueba presentada.

Tabla 12.

Participantes prueba SABER 11 2013-II

Prueba	Estudiantes DVc	Estudiantes videntes	Totales
Forma 1	46	239.068	239.114
Forma 2	58	298.666	298.724
TOTALES	104	537.734	537.838

El análisis factorial de componentes principales con método de rotación de varimax mostró seis factores con una varianza explicada del 34.1%, tanto para la forma 1 como en la forma 2.

La tabla 13 muestra que en la forma 1 los ítems oscilaron entre 0.284 y 0.749 y los ítems 8 y 24 no cargaron significativamente en ningún factor. En la forma 2, los valores de los ítems oscilaron entre 0.261 y 0.724 y los ítems 24 y 27 no saturaron significativamente en ningún factor como se observa en la tabla 14. Los ítems que no cargaron significativamente en algún factor fueron eliminados ya que podrían estar midiendo un constructo distinto.

Tabla 13.
Matriz Factorial Forma 1

Ítems	Factores					
	1	2	3	4	5	6
1						.462
2		.466				
5	.571					
6			-.486			.359
8				-.634		
9	.452					
10					.728	
12		.277			.525	
13	.363		.252			
15		.725				
16	.406				.378	
18		.284				
19	.416					
21	.464					
23	.411			-.351		
24	.285					
25					.749	
26	.528					
28	.337		.421			
29			.674			
31	.374		.361			
32	.356					
34				.678		
36		.406				

Tabla 14.
Matriz Factorial Forma 2

Ítem	Factores					
	1	2	3	4	5	6
2		.509				
3			.517			
4			-.340	-.355	.337	-.256
5	.520	.293				
7		.343	.226			
9	.261	.387				
10				.611		
11				.385	.640	
12				.405		
14		.530				
15	-.442	.439				
16	.426			.290		
17	.366		.384			
20		.357				
21	.343					
22			.724			
24					.263	
25						.643
26	.540					
27	-.397			.295		
30		.404				
33	.365					
35						.612
36					.575	

Al eliminar los ítems que no tuvieron buen funcionamiento y los que presentaron cargas negativas, se obtuvo una solución factorial que sugiere la existencia de dos factores (ver tablas 15 y 16). Pese a la reducción de factores, el porcentaje de varianza explicada es 23.7% para la forma 1 y 23.3% para la forma 2, lo cual es aún bajo. También, se observa que algunas cargas factoriales continúan siendo bajas y persisten algunos ítems que no cargan en ningún factor.

Tabla 15.
Matriz Factorial Ajustada Forma 1

Ítem	Factores	
	1	2
2		.533
5	.631	
9	.429	
12		.391
13	.353	
15		.674
16	.481	
18		.309
19	.351	
21	.423	
23		
26	.579	
28	.415	
31	.527	
32	.301	
36		.318

Tabla 16.
Matriz Factorial Ajustada Forma 2

Ítem	Factores	
	1	2
2		.465
3	.416	
5	.576	
7		.466
9		.389
10		
14		.507
16	.497	
17	.565	
20		.405
21	.312	
26	.517	
30		.404
33	.556	
35		
36		.452

Además se llevaron a cabo análisis estadístico de confiabilidad para las dos formas y análisis de ítems para medir la dificultad y ajuste al modelo (ver tabla 17).

Tabla 17.
Resumen estadísticos estudiantes Forma 1

	Pje. total	Habili- dad	Error	Infit		Outfit	
				MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
Media	9.6	-0.5	0.47	1	0	1.04	0
S.d.	3.6	0.78	0.05	0.16	0.9	0.35	1
Max.	23	3.43	1.49	1.78	4.6	8.18	4.5
Min.	1	-3.42	0.44	0.53	-3	0.24	-2.6

Como se observa en la forma 1, la media del puntaje sugiere que la mayoría de las personas tienen un nivel medio-bajo de competencia lectora. El error estándar indica una adecuada precisión en las estimaciones realizadas por el modelo. La medida de ajuste (Infit-Outfit) permite observar que hay un ajuste al modelo, es decir, el modelo Rasch predice adecuadamente el comportamiento de los datos respecto a la habilidad de los evaluados, pese a no mostrar evidencias de una estructura unidimensional de la prueba. El puntaje de confiabilidad es 0.63, lo cual

da cuenta de la estabilidad en las estimaciones. El análisis de la calibración de los ítems permitió fijar el promedio de habilidad en 0 logits con una D.E = 0.80, con un error estándar de medida de 0,0 y un rango de dificultad entre -1.72 y 1.86. La mayoría de los ítems presentan niveles de dificultad media, esperado para pruebas de rendimiento.

Para la forma 2 se analizaron las puntuaciones de habilidad un comportamiento similar al de la forma 1, como se precia en la tabla 18, la mayoría de los estudiantes presentaron un nivel medio-bajo de habilidad. En cuanto al error del modelo se obtuvo un valor promedio que indica un adecuado nivel de precisión en las estimaciones de habilidad. Los indicadores de ajuste interno y externo (ver tabla 18), señalan un adecuado ajuste de los datos respecto a las estimaciones de habilidad, es decir, el modelo predice adecuadamente el comportamiento de los datos.

Tabla 18.
Resumen estadísticos estudiantes Forma 2

	Puntaje total	Habilidad	Error	Infit		Outfit	
				MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
Media	9.7	-0.48	0.47	1	0	1.03	0
S.d.	3.6	0.76	0.05	0.16	0.9	0.30	1
Max.	23	3.39	1.42	1.85	4.4	6.44	4.3
Min.	1	-3.40	0.43	0.58	-3.1	0.24	-2.7

El puntaje de confiabilidad fue de 0.62, lo que señala un nivel moderado de estabilidad en las estimaciones. El análisis de calibración de la dificultad de los ítems estuvo en cero en la escala logit (DE= 0.77). El valor máximo de dificultad fue de 1.63 y el mínimo -1.75 lo que sugiere que los ítems que conforman la forma 2 miden en su mayoría, al igual que la forma 1.

Características generales del banco de ítems para el TAI

Los resultados generales del proceso de calibración de ítems se observan en la tabla 19. El rango de dificultad de los ítems está entre -2,11 y 2,25 con una desviación estándar = 0,74, y el error de estimación promedio es 0,14, con una desviación estándar = 0,02. En general se observa que los ítems presentan un adecuado ajuste al modelo, principalmente en los niveles medios de la

habilidad. Además se observan unos ítems desajustados, particularmente en los niveles extremos del continuo de habilidad debido a que no hay muchas personas en esos niveles.

Tabla 19.

Estadísticos descriptivos de la calibración del banco para el TAI

	Dificultad	Error estándar	Infit		Outfit	
			MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
Media	0,00	0,14	1,00	0,00	1,00	0,10
D. E.	0,74	0,02	0,06	1,40	0,09	1,50
Mínimo	-2,11	0,12	0,85	-3,80	0,78	-3,70
Máximo	2,25	0,19	1,21	5,40	1,55	5,30

Se evidencia que los ítems que componen el banco del TAI funcionan de manera adecuada teniendo en cuenta el nivel de habilidad demostrado en las diferentes formas de la prueba, lo cual da cuenta de una primera evidencia de validez de esta herramienta evaluativa. En la Tabla 23 (Ver Apéndice E) se observa la dificultad, el error estándar de medida y el ajuste de los ítems del banco del TAI.

En el mapa de ítems-personas presentado en la figura 5, se muestra el banco de ítems del TAI, en cual evidencia una adecuada distribución de los ítems en el continuo de habilidad, ya que abarca niveles bajos hasta niveles altos de habilidad (entre 2 y -2 logits), concentrándose en los niveles medios, lo que se corresponde con la distribución de la población hallada en los resultados de las pruebas SABER 11 periodo 2013-II. Este resultado resulta de vital importancia en el desarrollo del TAI puesto que garantiza, en parte, su buen funcionamiento.



Figura 5. Mapa ítems-personas banco TAI

Fase 2. Implementación y pilotaje del prototipo TAI

En este apartado se reportan los resultados del proceso de aplicación del prototipo en población con discapacidad visual y ceguera.

Prueba de usabilidad

Una de las cualidades más destacables que debe tener una herramienta informática es la usabilidad, entendida como “facilidad de uso”. De acuerdo con el estándar internacional ISO 9241-11 (1998), *“es el grado en que un producto puede ser usado por determinados usuarios para lograr sus propósitos con eficacia, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico”*. En este apartado se expondrá los resultados de satisfacción a partir de la percepción de agrado y actitud positiva (Mintic, 2010) expresada por los usuarios luego de su interacción con el TAI, los cuales fueron registrados a través de los instrumentos de familiaridad informática (FI), Instrumento de prueba de usabilidad (PV, denominado prueba de validez en el marco del proyecto UNAL-ICFES) y Cuestionario de variables sociodemográficas elaborado por el grupo de investigadores en el marco del proyecto UNAL-ICFES “Diseño de una estrategia integral de evaluación alternativa en personas con y sin limitación visual”.

Familiaridad informática.

Los resultados obtenidos permiten informar que la mayoría de las personas (94%) acceden a un computador, principalmente en la casa aunque también donde estudian. Solamente dos personas (6%) manifestaron no tener acceso a un computador. De igual forma, las personas con computador pueden acceder a internet desde su casa o la universidad.

Para las personas con acceso a un computador se indagó por su uso, la frecuencia semanal, y en el evento de que no lo usara, se preguntó el motivo. 33 (94%) personas tienen y usan el computador, solamente dos (6%) personas disponen de uno pero no lo usan, debido a su desconocimiento para manejarlo y falta de práctica para escribir con el teclado.

El tiempo promedio de uso de un computador es de 14 horas (D.E: 10 h), principalmente para hacer tareas y también como entretenimiento. Con relación a la autonomía para utiliza un computador, el 31% manifestó necesitar ayuda en programas que operan con comandos no

71 TAI para personas con discapacidad visual o ceguera: Alternativa de evaluación con equidad

homólogos a un lector de pantalla, ubicar en el teclado letras que no recordaban, solucionar fallas del computador y buscar archivos cuando no se dispone de lector de pantalla.

Otro de los aspectos indagados es el acceso a internet a lo que 31 personas (89%) manifestaron tener acceso en sus hogares como en la universidad, mientras que 4 personas (11 %) manifestaron no tenerlo en su casa. Con relación al uso de internet, 34 personas (97%) manifestaron usar internet, así mismo se indagó por la frecuencia de uso semanal, las actividades que realizan y autonomía al interactuar en los sitios web. Se encontró que las personas dedican un promedio de 11 horas (D.E. 9h); las actividades que realizan están relacionadas con las búsqueda de información para resolver tareas y estudiar, así como jugar e revisar redes sociales. 11 personas (31%) manifestaron necesitar ayuda para navegar por internet. Una de ellas no utiliza internet por desconocer cómo usarlo.

Además se indagó sobre el uso de software de lectura o herramientas de apoyo para el uso de computador, 19 personas (54%) manifestaron estar familiarizadas con alguna de estas herramientas. Estas personas afirmaron conocer y usar los programas Jaws, Convertic, Text Aloud y NVDA, a través de los cuales pueden desde prender el computador, descargar programas, navegar por internet y consultar información.

Percepción de satisfacción en el uso del TAI.

Para dar respuesta a esta actividad se elaboró el instrumento PV, el cual fue respondido por 31 personas con discapacidad visual y ceguera. A continuación, se presenta la información recolectada mediante las 11 preguntas que conformaron este instrumento.

Ante la pregunta: ¿Siente que le fue mejor, peor o igual en esta prueba que en la prueba de Lenguaje que presentó en SABER 11o?, se pudo observar que la opción «mejor» fue escogida por 21 personas (68 %), 5 personas escogieron la opción «peor» (16 %), la opción «igual» fue elegida por 3 personas (10 %), y 2 personas (6%) seleccionaron «no sabe».

Con relación a esta pregunta, la mayoría de las personas manifestaron que a través del TAI lograron más autonomía para responder, sobre este aspecto resaltaron la posibilidad de repetir la información, la buena calidad de los audios, la claridad en la lectura de los ítems desarrollada por el locutor, la claridad de las instrucciones, la posibilidad de acceder a la

información por vía auditiva y la ausencia de imágenes. No obstante las personas que sintieron que les fue «peor» en el TAI argumentaron que tuvieron que concentrarse más, experimentaron cansancio, no se comprendían o no eran claros los textos audibles y desconcentración por una enfermedad. Finalmente, quienes escogieron la opción «igual» indicaron que los resultados obtenidos eran similares en las dos pruebas.

La segunda pregunta fue: ¿Siente que fue bien o mal evaluado con esta prueba o no sabe?, en la que 22 personas (71%) manifestó sentirse mejor evaluado con esta prueba, debido principalmente a la sensación de control que tenían en su ejecución, ya que podían repetir los audios y pensar mejor, así mismo entendían más a través de estos que con un lector, aludiendo al procedimiento empleado por el ICFES en las pruebas SABER.

Una persona (3%) informó que fue «mal» evaluado con el TAI debido a que en la prueba habían palabras desconocidas que no le permitieron responder la prueba adecuadamente, lo cual está asociado al contenido de la prueba más no a las características del TAI como instrumento. Por último, 8 personas (26%) escogieron la opción «No sabe» principalmente porque los participantes desconocían sus resultados.

La siguiente pregunta fue: ¿Se sintió cómodo o incómodo presentando esta prueba?, en la que 29 personas (94%) sentirse cómodos con el TAI debido a que tenían autonomía para responder la prueba, no dependían de un tercero y podían concentrarse más debido al uso de audios. Con relación a los restantes, manifestaron sentir estrés y estar en un momento de tensión por los parciales en la universidad.

La cuarta pregunta fue: ¿Se sintió nervioso o tranquilo presentando esta prueba? se encontró que la mayoría de las personas optaron por escoger la opción «tranquilo», debido a que los resultados de la prueba no implicaban alguna consecuencia para ellos, por lo que podían disponer del tiempo para responder, así mismo que estaban en un lugar familiar, lo cual se realizó en las casas o en las instituciones educativas donde estaban vinculados. Además de lo anterior, se informó que las instrucciones fueron claras, tenían autonomía para responder la prueba ya que no tenían que solicitar ayuda a un tercero por lo que podían repetir el audio a necesidad. Tres personas (10%) informaron sentirse «nerviosas» respondiendo la prueba principalmente por no saber si respondían correctamente y por falta de experiencia.

73 TAI para personas con discapacidad visual o ceguera: Alternativa de evaluación con equidad

La quinta pregunta que se realizó fue: “En comparación con la prueba que presentó en formato de lápiz y papel, ¿considera que esta prueba computarizada tiene más, menos o igual probabilidad de presentar errores en la calificación?”, se puede observar que 26 personas (84%) consideraron que el TAI tiene menos probabilidad de error que una prueba de papel y lápiz, lo cual muestra que los resultados a través del TAI generan mayor confianza por la posibilidad de conocerlos inmediatamente se finaliza la prueba. Al indagar sobre el porqué de esta elección, los participantes informaron que el sistema permite repetir los audios y se puede confirmar la respuesta antes de enviar, este sistema brinda control y autonomía para responder, por lo que se percibe que no es necesario el acompañamiento de lectores.

Tres personas (10%) consideraron que no había diferencias entre uno u otro procedimiento, debido a que las dos pruebas evaluaban lo mismo por lo que consideraban que no había probabilidad de error al calificar. Una persona (3 %) consideró que hay «más» error en la calificación a través del TAI debido a que había un mayor número de variables involucradas en la evaluación, finalmente una persona (3%) escogió la opción «no sabe» para quien los errores dependen de qué tan bien estuviera hecho el software utilizado.

La sexta pregunta fue: En comparación con la prueba que presentó en formato de lápiz y papel, ¿considera que, al tener menos ítems, esta prueba computarizada es más, menos o igual de precisa en la calificación?, 14 personas (45%) expresaron que el TAI tiene mayor precisión que una prueba tradicional, atribuyen esta situación a que sintieron menor cansancio durante la prueba, que las preguntas eran claras y los resultados fueron inmediatos. Doce personas (39%) indicaron que la precisión de la calificación era «igual» al considerar que la precisión dependía de la calidad de las preguntas y no de la cantidad, además se expresó que el TAI tenía menos ítems, aunque su duración fue extenso para por lo menos dos personas. Cuatro personas (13%) afirmaron que el TAI era menos preciso, al considerar que con una menor cantidad de preguntas se tenía una menor probabilidad de responder correctamente, que la evaluación puede ser superficial al no abordar un contenido amplio de temas con unas pocas preguntas. Una persona (3%) manifestó no recordar las preguntas de la prueba SABER 11, por lo que no tenía forma de compararlos.

La pregunta siete fue: En comparación con la prueba que presentó en formato de lápiz y papel ¿considera que esta prueba computarizada es más fácil, más difícil o igual de fácil o difícil?, se

encontró que 23 personas (74%) indicaron que el TAI fue «más fácil» ya que el sistema es sencillo de operar, hay mayor control y autonomía debido a que se pueden repetir los audios a necesidad y la facilidad para desplazarse por el contenido de cada pregunta; al tener menos preguntas hay un menor cansancio y era más fácil comprender la información presentada. Seis personas (19%) no encontraron diferencias entre los tipos de pruebas. Dos personas (7%) informaron que el TAI les resultó más «difícil», ya que fue más difícil concentrarse y que las preguntas eran más difícil.

La octava pregunta indagó por: ¿Prefiere ser evaluado mediante este mecanismo que mediante la prueba tradicional de lápiz y papel?, en la que se encontró que casi la totalidad de las personas (97%) prefieren ser evaluados con el TAI, excepto una persona (3%) que respondió «no sabe ». El TAI es más sencillo de operar, posibilita el control y autonomía para responder a una prueba, la claridad en la lectura de la pregunta (audio) facilitó la comprensión, generó confianza y seguridad al responder, los hacía sentir más cómodos y tranquilos, así mismo la posibilidad de confirmar la respuesta antes de ser enviada les ofreció la sensación de control al eliminar la posibilidad de que un tercero alterara sus respuestas. La persona que eligió la opción «no sabe » dijo que al ser una persona con baja visión no podía concluir entre alguna de las dos pruebas, pues con cada una tiene ventajas y desventajas, entre ellas que con la prueba de papel y lápiz sentía cansancio visual y con el TAI sintió que se demoraba más. La figura 6 muestra los resultados por cada una de las preguntas y los compara de acuerdo con la elección escogida.

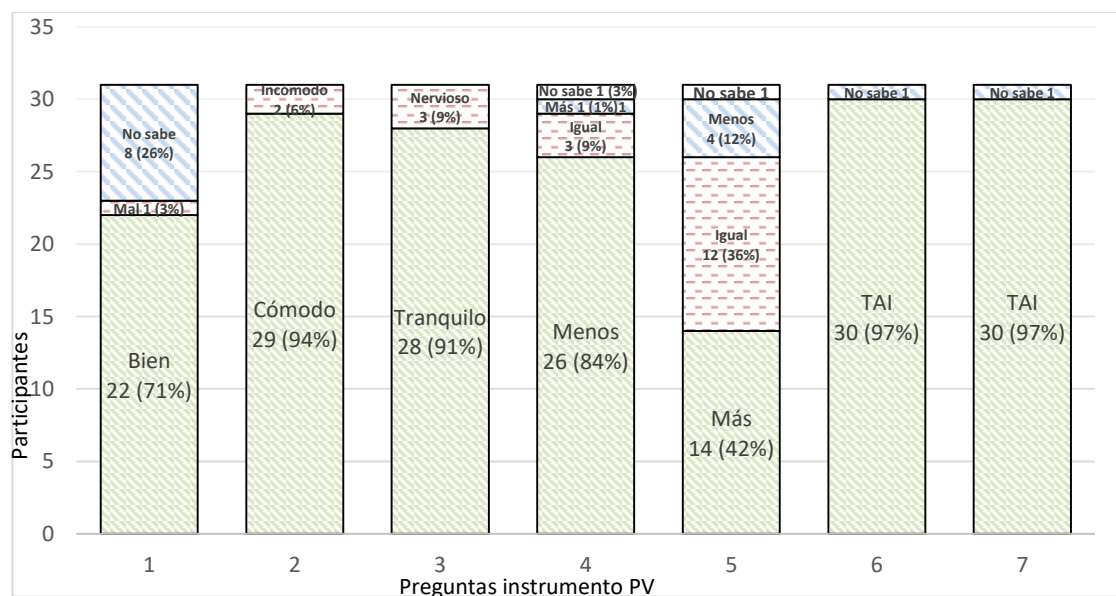


Figura 6. Comparativo de las respuestas al Instrumento PV - Percepción de satisfacción en el uso del TAI

75 TAI para personas con discapacidad visual o ceguera: Alternativa de evaluación con equidad

Con el interés de conocer la percepción de los participantes sobre la calidad del audio, se les preguntó: ¿La voz del aplicativo fue clara, presentaba una entonación apropiada? ¿Tuvo inconvenientes relacionados con la calidad del sonido?, 26 personas (84%) afirmaron que no tuvieron inconvenientes con la calidad del sonido y que la voz fue clara y tenía una entonación adecuada, 5 personas (16%) indicaron que unos audios tenían más volumen que otros, la entonación no era la mejor y el sonido a veces se paraba.

La siguiente pregunta indagó sobre: ¿Considera que esta prueba tiene aspectos positivos?, todos los participantes resaltaron los aspectos positivos de este tipo de pruebas, entre estos, la sensación de igualdad que el TAI les generaba al tener las mismas condiciones de evaluación que las personas sin discapacidad. Así mismo se resaltó la autonomía, confianza y comodidad en el proceso de evaluación, la claridad y calidad de los audios y la facilidad para operar el sistema y poder navegar entre los audios cuantas veces se requiera. Se destacó de la acomodación a través de TAI, que es un mecanismo interesante, novedoso, inclusivo, cómodo y accesible. Los participantes expresaron su sensación de estar siendo mejor evaluados y la satisfacción de percibir una voz humana en la lectura de las preguntas y no una robotizada.

La última pregunta fue: ¿Tiene alguna observación adicional sobre la prueba?, a lo que aportaron varios comentarios como la posibilidad de incluir un botón que permitiera graduar la velocidad de la lectura, ampliar el conjunto de temáticas a evaluar a través del TAI, incluir la opción de una voz femenina en la lectura de los ítems, repetir al momento de la confirmación de la respuesta, no solo la opción elegida, sino también la pregunta.

Prueba de eficiencia del TAI

La cantidad de preguntas por prueba osciló entre 20 y 38, en promedio se emplearon 26 preguntas, con una desviación estándar de 3. El tiempo de respuesta por ítem es cerca de tres minutos. En la tabla 20 se muestran los estadísticos descriptivos del tiempo de respuesta al ítem.

Tabla 20.
Estadísticos descriptivos del tiempo de respuesta al ítem

Población	N	Media	Máximo	Mínimo	D.E.
DV_C	40	178,5	1.632 s	12 s	128,7

76 TAI para personas con discapacidad visual o ceguera: Alternativa de evaluación con equidad

Considerando el **número de reproducciones**, lo cual es el equivalente a repasar un texto, se encontró que las personas reprodujeron un audio entre 7 y 46 veces, siendo la media 13,54 y la DE 6,21 veces.

En la Tabla 21 se presentan las estadísticas descriptivas de la tasa de exposición de los ítems; la tabla 22 se muestra la cantidad y la proporción de veces que fueron presentados o expuestos cada uno de los 245 ítems que componen el banco de ítems del TAI. 163 ítems no fueron seleccionados. Los resultados de la tasa máxima y la tasa mínima de exposición se obtuvieron a partir de la media de los ítems expuestos.

Tabla 21.
Estadísticos descriptivos de la tasa de exposición del TAI

TIPO	N	μ	Max	Min	D.E.
Total banco	245	4,2	0	40	10,5
Tasa mínima	53	2,5	1	12	2,4
Tasa máxima	29	31,3	13	40	9,1
No usados	163	--	--	--	--

Tabla 22.
Exposición o número de presentaciones (Pre) de los ítems del TAI y su tasa de exposición

Cod.	Pre.	T. Exp	Cod.	Pre.	T. Exp	Cod.	Pre.	T. Exp	Cod.	Pre.	T. Exp
2I10	0	0,00	4I57	0	0,00	2I19	0	0,00	4I20	0	0,00
1I37	0	0,00	5I11	0	0,00	1I04	0	0,00	1I29	0	0,00
4I16	0	0,00	3I31	0	0,00	2I54	0	0,00	1I52	0	0,00
2I36	0	0,00	1I10	0	0,00	2I04	0	0,00	3I21	0	0,00
4I21	0	0,00	3I15	0	0,00	5I03	1	0,03	4I05	0	0,00
3I16	0	0,00	5I53	1	0,03	5I08	0	0,00	3I44	0	0,00
2I26	0	0,00	2I23	0	0,00	1I26	0	0,00	5I54	0	0,00
1I35	0	0,00	2I49	0	0,00	3I08	0	0,00	1I16	0	0,00
5I18	0	0,00	2I01	0	0,00	3I23	0	0,00	4I28	0	0,00
5I39	0	0,00	2I38	0	0,00	4I12	0	0,00	4I38	2	0,05
4I31	0	0,00	4I35	0	0,00	4I03	0	0,00	5I12	0	0,00
5I10	1	0,03	2I14	0	0,00	5I27	0	0,00	1I39	0	0,00
4I19	0	0,00	1I02	0	0,00	1I36	0	0,00	5I21	0	0,00
2I39	0	0,00	1I34	0	0,00	2I16	0	0,00	2I27	0	0,00
2I02	0	0,00	2I43	0	0,00	3I22	0	0,00	2I31	0	0,00
4I58	0	0,00	3I09	0	0,00	5I06	0	0,00	2I07	0	0,00
3I46	0	0,00	1I09	0	0,00	1I33	0	0,00	2I46	0	0,00
4I33	0	0,00	5I07	1	0,03	5I30	0	0,00	2I47	0	0,00
3I24	0	0,00	1I41	0	0,00	4I01	0	0,00	4I23	0	0,00
4I26	1	0,03	1I23	0	0,00	3I01	0	0,00	4I49	0	0,00
1I03	0	0,00	3I02	0	0,00	3I14	0	0,00	4I45	0	0,00
5I16	0	0,00	2I12	0	0,00	4I07	0	0,00	1I27	0	0,00

77 TAI para personas con discapacidad visual o ceguera: Alternativa de evaluación con equidad

Cod.	Pre.	T. Exp	Cod.	Pre.	T. Exp	Cod.	Pre.	T. Exp	Cod.	Pre.	T. Exp
4I24	0	0,00	2I21	15	0,38	2I44	0	0,00	2I17	0	0,00
1I40	0	0,00	5I57	12	0,30	4I36	1	0,03			
3I53	0	0,00	4I13	13	0,33	3I50	3	0,08			
2I53	0	0,00	4I15	6	0,15	4I06	1	0,03			
5I32	0	0,00	5I55	7	0,18	4I32	0	0,00			
5I45	0	0,00	5I05	4	0,10	2I24	1	0,03			
1I28	0	0,00	5I26	3	0,08	1I08	0	0,00			
5I01	0	0,00	1I20	5	0,13	3I12	1	0,03			
5I56	1	0,03	1I25	2	0,05	3I39	0	0,00			
1I21	0	0,00	5I37	2	0,05	4I29	0	0,00			
2I28	0	0,00	5I34	2	0,05	3I43	1	0,03			
4I09	0	0,00	5I28	6	0,15	1I06	0	0,00			
4I40	0	0,00	4I10	8	0,20	4I53	0	0,00			
5I51	0	0,00	5I43	0	0,00	1I54	0	0,00			
1I05	0	0,00	2I41	1	0,03	3I25	2	0,05			
1I22	0	0,00	4I42	3	0,08	3I52	2	0,05			
2I22	0	0,00	2I50	0	0,00	2I08	0	0,00			
2I33	0	0,00	2I29	1	0,03	4I48	1	0,03			
5I36	0	0,00	2I40	0	0,00	4I51	0	0,00			
2I05	0	0,00	3I30	0	0,00	1I12	0	0,00			
4I30	1	0,03	3I36	0	0,00	1I30	0	0,00			
2I37	1	0,03	4I17	0	0,00	3I18	0	0,00			
3I35	2	0,05	4I02	1	0,03	5I20	0	0,00			
4I14	3	0,08	5I02	0	0,00	2I13	0	0,00			
2I03	11	0,28	3I13	3	0,08	5I33	0	0,00			
3I47	13	0,33	1I18	0	0,00	1I53	0	0,00			
3I17	19	0,48	3I10	2	0,05	2I09	0	0,00			
2I11	22	0,55	3I27	0	0,00	5I31	0	0,00			
5I09	20	0,50	3I34	1	0,03	5I35	0	0,00			
1I11	27	0,68	5I22	0	0,00	2I35	0	0,00			
5I13	30	0,75	3I28	4	0,10	3I06	1	0,03			
5I41	28	0,70	5I50	1	0,03	3I37	0	0,00			
1I47	34	0,85	4I11	0	0,00	1I07	0	0,00			
2I42	33	0,83	4I37	0	0,00	5I14	0	0,00			
4I50	38	0,95	4I44	0	0,00	3I38	0	0,00			
4I50	37	0,93	5I29	0	0,00	2I51	0	0,00			
2I20	40	1,00	4I04	2	0,05	5I24	1	0,03			
2I34	40	1,00	4I18	0	0,00	1I24	0	0,00			
3I07	40	1,00	5I23	0	0,00	2I18	0	0,00			
3I19	40	1,00	5I19	2	0,05	2I52	0	0,00			
2I32	40	1,00	1I13	0	0,00	2I15	0	0,00			
3I20	40	1,00	2I25	1	0,03	5I44	0	0,00			
1I15	40	1,00	3I45	0	0,00	1I55	0	0,00			
4I39	37	0,93	4I25	3	0,08	3I51	0	0,00			
1I19	40	1,00	5I46	0	0,00	3I11	0	0,00			
1I38	40	1,00	5I49	2	0,05	5I25	0	0,00			
3I29	38	0,95	5I42	2	0,05	2I30	0	0,00			
5I15	34	0,85	3I04	0	0,00	5I04	0	0,00			
1I14	34	0,85	4I41	2	0,05	4I34	1	0,03			
4I47	29	0,73	2I48	1	0,03	4I54	0	0,00			
3I03	25	0,63	4I55	0	0,00	4I08	0	0,00			
3I32	22	0,55	4I56	1	0,03	1I32	0	0,00			

La figura 7 muestra la media de dificultad a partir del conjunto de ítems de la tasa de exposición. Al comparar las categorías de tasa mínima y tasa máxima de exposición de los ítems, se observa que el conjunto de ítems con una baja exposición (tasa mínima) son relativamente más fáciles que los de alta exposición.

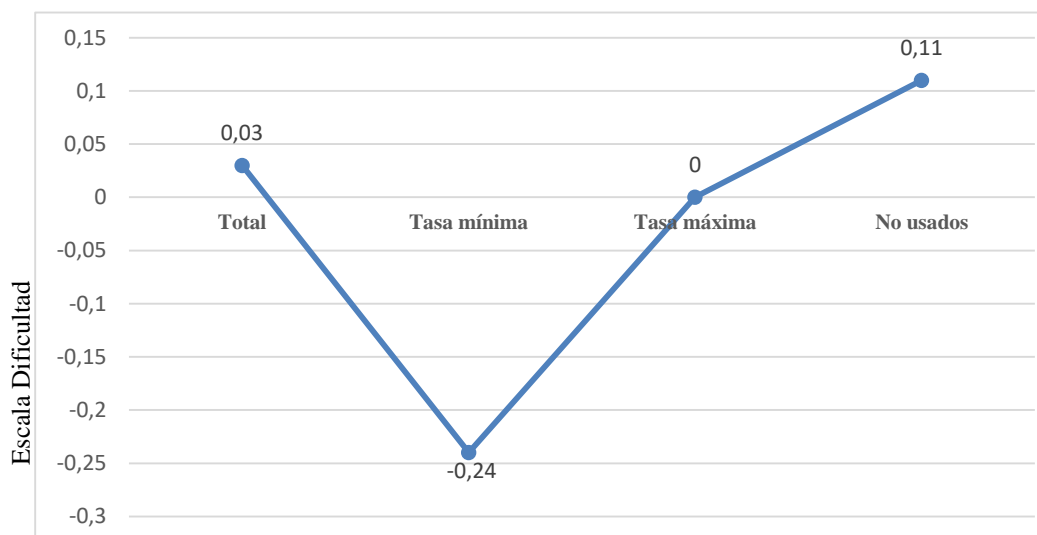


Figura 7. Media de dificultad de los ítems según tasa de exposición

La Figura 8 muestra la media de la función de información a partir del conjunto de ítems según la tasa de exposición. La media del conjunto de ítems de tasa mínima tienen una menor función información que los de tasa máxima, ello indica que el TAI seleccionó los ítems con mayor función de información, y por ende, una mayor precisión y un menor error de medida.

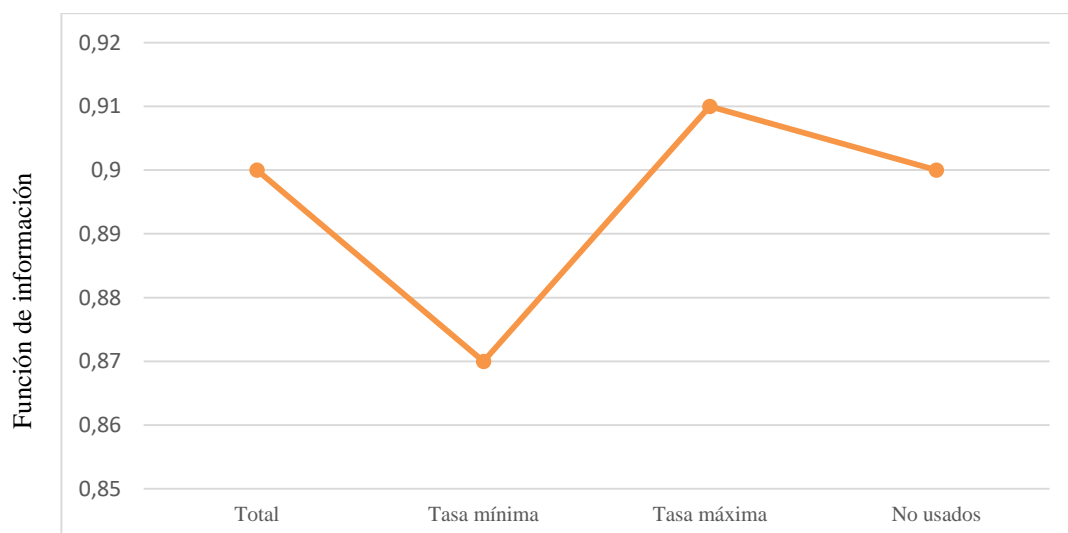


Figura 8. Media de la función de información de los ítems según tasa de exposición

La figura 9 muestra la media de la función de información del conjunto de ítems según la posición en la que fue seleccionado por el TAI. Como se observa, a medida que avanza el proceso de aplicación, el TAI lleva a cabo la selección de ítems con una menor función de información, toda vez que el algoritmo de selección prioriza aquellos que son más informativos, los cuales se corresponden por lo general en las primeras posiciones. La posición 1 corresponde al ítem de arranque, siendo la única posición que tiene un criterio definido de manera preliminar, con independencia de la estimación de la habilidad que se realiza para los demás ítems, hasta llegar al criterio de parada, por este motivo, la función de información tiene un comportamiento diferente con relación a las demás posiciones.

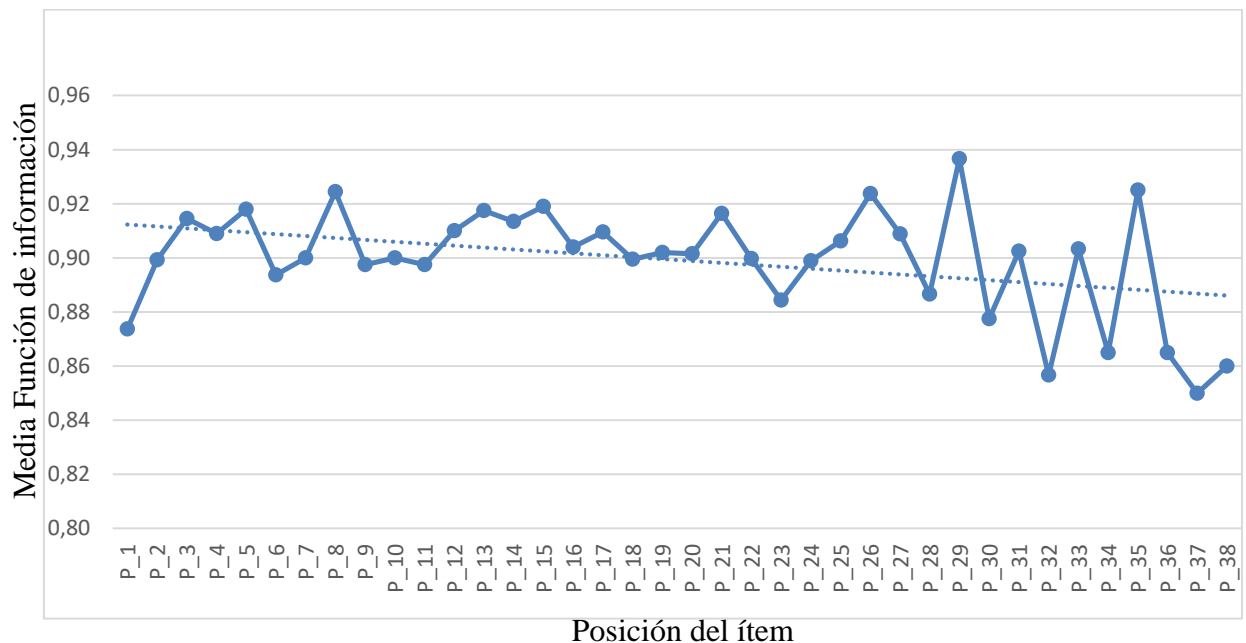


Figura 9. Media de la función de información según la posición del ítem seleccionado

La figura 10 incluida en el Apéndice F muestra la frecuencia de exposición de los ítems del banco de ítems, en el que se observa que el rango de exposición se da entre -1,41 y 1,27 logits en la escala de dificultad. En total se encontró que hubo 1.040 veces que fueron expuestos los ítems del banco de ítems en las diferentes aplicaciones (pruebas). La mayor exposición se encuentra en el nivel medio de la habilidad, entre -0,19 y 0,09 logits en la escala de dificultad con el 94% de las exposiciones; en el extremo inferior de la habilidad (facilidad) se encuentra el 5% de las exposiciones y en el extremo superior de la habilidad (dificultad) el 1% restante.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue diseñar y elaborar un test adaptativo informatizado (TAI), con adecuadas características psicométricas, dirigido a evaluar población con discapacidad visual o ceguera o con baja visión en condiciones de autonomía y seguridad. Con este trabajo se busca aportar en el diseño de instrumentos novedosos basados en los principios del diseño universal, que puedan mejorar las condiciones de evaluación de la población con discapacidad, optimizar las actuales condiciones de evaluación, en el uso e interpretación de la información derivada para la toma de decisiones los cuales se relacionan con mejorar la validez y contribuir en la equidad en la evaluación.

A partir de los resultados se extraen dos grandes apartados en los que se puede observar que el TAI es una alternativa viable como estrategia para evaluar personas con discapacidad visual y ceguera; el primero relacionado con las mejoras en la evaluación con equidad al observar los resultados de la prueba de usabilidad en la que se evidencia que esta población obtiene mayor autonomía al momento de responder una prueba, también se hace un mejor control de variables irrelevante que habitualmente están presentes en la forma tradicional de aplicación lo cual necesariamente afecta la calidad de la evaluación. El segundo aspecto, corresponde con las características técnicas del TAI, los cuales se observan con los resultados de la estructura interna del banco de ítems y la precisión en la estimación de la habilidad.

La importancia de buscar alternativas a la evaluación tradicional, en particular a los formatos de papel y lápiz, especialmente cuando está se dirige a población con características especiales, requiere el desarrollo de estrategias que permitan garantizar adecuados niveles de precisión en todo el continuo de la magnitud de habilidad a ser evaluada. En este sentido, el TAI ofrece amplias ventajas frente a otros mecanismos de evaluación como los Tests Informatizados NO adaptativos y las pruebas de papel y lápiz, debido a los altos niveles de precisión, por otra parte el componente informatizado puede colaborar con otros dispositivos como audífonos o teclados periféricos que generan autonomía, seguridad, tranquilidad y concentración al examinado con limitación visual.

Considerando los resultados de usabilidad del software, se reportó ampliamente la sensación de sentirse bien evaluados a través del TAI, la razón principal esgrimida es la autonomía

para responder la prueba, ya que aumenta la sensación de control sobre la evaluación y el desarrollo de la prueba, esto se evidencia al observar que, para dar respuesta a los ítems, las personas reprodujeron los audios más veces.

Uno de los factores destacables fue tomar como base los criterios de usabilidad informática y de accesibilidad durante el proceso de desarrollo, lo cual se sintetizó en las instrucciones informadas previamente a los usuarios para la interacción con el sistema durante el proceso de evaluación, lo cual fue reportado por los usuarios como fáciles de entender y de operar, ya que solamente fueron once comandos que se debían utilizar. La importancia de efectuar el entrenamiento previo al proceso de evaluación, además de mejorar la comprensión del usuario sobre el uso del TAI, este es necesario toda vez que garantiza que todos los usuarios, aun cuando estén o no familiarizados con el uso de los sistemas de información, puedan operar el TAI sin mayor inconveniente. Esto permite nivelar a los usuarios en condiciones de evaluación y permite disminuir la probabilidad de interacción de variables no deseadas.

Los resultados de este estudio permiten destacar el efecto positivo que tiene la tecnología en mejorar las condiciones de evaluación de las personas con discapacidad visual y ceguera, al observar que a través de este tipo de herramientas como el TAI, esta población puede demostrar mejor sus habilidades reales, así mismo los investigadores tienen una herramienta óptima para obtener resultados válidos sobre el constructo que se persigue medir y a su vez los evaluados obtienen resultados comparativos con la población sin discapacidad, lo cual posibilita la generación de planes y estrategias dirigidas a mejorar las condiciones de formación y de acceso a niveles de educación superior.

Este tipo de estudios muestra un avance positivo en mejorar las condiciones de equidad en la evaluación para esta población; motiva a continuar con estudios y desarrollos que aumenten la comprensión de los procesos de evaluación de poblaciones con discapacidad, demuestra que es viable el uso de la tecnología para evaluar población con necesidades diferentes, basado en los principios del diseño universal, en alternativa a los métodos tradicionales como las pruebas de papel y lápiz.

De igual manera, este trabajo contribuye a la generación de nuevas metodologías de evaluación, y aporta nuevos procedimientos y protocolos que dirijan la forma de evaluar a la población con discapacidad visual y ceguera, al controlar aquellas variables irrelevantes que pueden afectar el proceso de evaluación de personas con discapacidad visual y ceguera y mejorar aquellas que contribuyen de forma adecuada en el proceso de evaluación como lo son la autonomía, la eficiencia, la precisión y la comodidad.

Aun cuando de forma generalizada se ha hecho hincapié en los elevados costos de este tipo de tecnología como son los TAI, es importante resaltar que este tipo de estudios ponen en evidencia los beneficios que, no solamente en términos de calidad de la evaluación y de la precisión en la estimación de la habilidad conlleva, sino también en posibilidades reales de mejorar las condiciones de vida y de igualdad de condiciones de esta población, resulta necesario considerar este tipo de estrategias por parte de las instituciones y del estado encargados de garantizar los derechos de la población sin discriminación por su condición física o mental.

Con base en los resultados obtenidos en la función de información, se observa que el TAI ofrece estimaciones precisas, principalmente en el nivel medio del atributo, en donde se concentra la mayoría de la población evaluada. De igual forma ofrece medidas en los niveles extremos de la habilidad, lo cual permite obtener información sobre el individuo en estos niveles. Estos resultados son importantes ya que resalta las calidades del instrumento y las bondades para su uso en la inferencia de la habilidad del evaluado en el constructo medido.

De manera consistente con otros TAI, los resultados informados sobre la media de la función de información del TAI desarrollado para la población invidente, proporciona los ítems más informativos al inicio del test, lo cual permite concluir que el TAI mantiene la condición de aumentar la precisión en la evaluación. Este indicador se debe analizar en conjunto con los valores de exposición de ítems, lo cual son moderados para el presente caso.

Al respecto, los valores de exposición de ítems del TAI para invidentes se encuentra que el porcentaje de ítems no usados se encuentra dentro de parámetros aceptables considerando otros estudios (Revuelta, Ponsoda, & Olea, 1998) en los que se observa porcentajes superiores. Los ítems que se observan con una tasa de exposición máxima, están asociados a aquellos que son más informativos (función de información) y por ende que oportan mayor precisión en la

evaluación. Este factor es relevante en la aplicación continua de los TAI, ya que al ser los ítems con mayor función de información, contribuyen a establecer con pocos ítems y el alta precisión el nivel de habilidad del evaluado; por otro lado, al ser sobreexpuestos los ítems se va reduciendo su capacidad evaluativa al ser conocidos con mayor probabilidad. En este sentido se emplean métodos de control de exposición (Revuelta, Ponsoda, & Olea, 1998 y 2004; Chen & Liou, 2003; Stocking & Swanson, 1998) que buscan controlar la presentación de los ítems, lo cual conlleva al aumento del número de ítems necesarios para evaluar con precisión.

Con los resultados obtenidos en la exposición de ítems, y pese a tener una muestra reducida de participantes, se observaron altos niveles de exposición de ítems, por lo que se recomienda que para futuras investigaciones contar con estrategias de control de ítems que minimicen dicho efecto. Esta estrategia debe estar encaminada además en la necesidad de incrementar el número de ítems del banco con el fin de que sea lo suficientemente amplio y altamente informativo (función de información) para evaluar un mayor rango de habilidad en los participantes disminuyendo el error en la estimación e incluso la longitud de la pruebas.

Con relación a los contenidos evaluados, pese a no disponer de fuentes de evidencias que permitieran establecer una estructura unidimensional o una multidimensional que corresponda al modelo adoptado para el desarrollo de la subprueba de lenguaje de la prueba SABER 11 2013, es importante realizar una evaluación a profundidad desde el diseño de los ítems y los contenidos que éstos abarcan con el fin de esclarecer el constructo latente que realmente está evaluando la prueba total. No obstante, al evaluar el ajuste de los ítems al modelo de Rasch, se encuentra que los ítems presentan una adecuada distribución a lo largo del continuo y se encuentran ajustados lo cual permite reafirmar las ventajas del TAI para población con discapacidad visual o ceguera. En este sentido es recomienda realizar estudios que permitan la definición del constructo de la comprensión de lectura de forma unívoca.

Aun cuando el TAI contaba con un amplio número de ítems que se distribuían en el continuo de la habilidad, para futuros estudios se recomienda disponer de un banco amplio. En esta misma línea, futuros estudios deben ampliar la muestra de personas con discapacidad con el fin de obtener resultados en todos los niveles de la habilidad, y conocer el comportamiento del TAI

principalmente en los criterios de precisión y exposición de ítems, si bien la población de personas con discapacidad visual y ceguera es minoritaria, este aspecto incide en los resultados y en su análisis, aun así el presente estudio presenta evidencias que aportan al estado actual de conocimiento sobre evaluación en población con discapacidad visual y ceguera y ofrece una estrategia de acomodación viable su evaluación.

Este estudio aporta una propuesta metodológica que se apoya en evidencia empírica para la implementación de mecanismos de evaluación basados en el diseño universal y los sistemas de información, que aportan de forma concreta a mejorar las condiciones de evaluación de las personas con discapacidad visual y ceguera, contribuir en la calidad de la evaluación de este grupo poblacional, así como en la equidad de la evaluación (fairness testing), que permita evidenciar su nivel real de habilidades y puedan acceder a las mismas oportunidades educativas y estudios superiores.

Es necesario continuar con estudios orientados a la población con discapacidad visual y ceguera que permitan mejorar las condiciones de evaluación y la calidad de los resultados. En este sentido el TAI contribuye a mejorar esas condiciones, conservando altos niveles de precisión, sin embargo es necesario continuar con el análisis de este tipo de tecnología con el fin de obtener evidencias sobre su idoneidad y extensión a diferentes poblaciones o constructos.

Con esta alternativa de acomodación, del prototipo de TAI para personas con discapacidad visual y ceguera, las personas adquieren mayor autonomía al responder la prueba y consideran que el TAI tiene menos probabilidad de error que una prueba de papel y lápiz, ya que permite repetir los audios y se puede confirmar la respuesta, lo cual aumenta el control en el proceso de aplicación, lo cual excluye la necesidad de contar con el acompañamiento de lectores como es el procedimiento tradicional.

Es importante resaltar los comentarios de las personas evaluadas a través del TAI al tener la impresión de ser evaluados con una mayor precisión en comparación con una prueba tradicional de papel y lápiz. No se aleja esta impresión de la realidad, toda vez que con el TAI varias personas sintieron menor cansancio durante la prueba, ello no contradice la literatura psicométrica toda vez que el agotamiento físico es una variable que influye en el desempeño del evaluado y por ende en la precisión de los resultados. Otros aspectos resaltados relacionados con el

TAI, se encuentra la posibilidad de ofrecer resultados inmediatos, esto es al finalizar la prueba y la calidad de los ítems audibles. En menor medida, unos evaluados consideraron que el TAI era menos preciso al evaluar con una menor cantidad de preguntas, aunque en comparación con la prueba tradicional de papel y lápiz la valoración sobre la precisión del TAI fue consistente.

La percepción general de las personas con discapacidad visual y ceguera es que el diseño del TAI es sencillo de operar, hay mayor control y autonomía debido a que se pueden repetir los audios a necesidad, desplazarse por el contenido de cada pregunta y les resultó más fácil comprender la información presentada, lo cual además generó confianza y seguridad al responder, los hacía sentir más cómodos y tranquilos. Casi todas las personas prefieren ser evaluados a través del TAI que una prueba tradicional de papel y lápiz.

Este prototipo de TAI, mostró ser una herramienta útil que permite brindar autonomía en un proceso de evaluación a personas en condición de discapacidad visual y ceguera, en óptimas condiciones técnicas que mejoraran la precisión en la estimación de la habilidad, principalmente en los extremos del continuo de la habilidad.

A través de este proyecto, se encontró que el prototipo del TAI, constituye una alternativa viable y útil a ser tenida en cuenta en procesos de evaluación masiva dirigido a población en condiciones particulares. Además, se constituye en un primer estudio que permita observar la adecuación de diferentes alternativas de acomodación que propendan por mejorar las condiciones de evaluación de población con discapacidad visual y ceguera diferente al procedimiento de lector empleado en las pruebas de papel y lápiz, por lo tanto este estudio es un primer insumo para continuar en esta labor. En este mismo sentido, los avances tecnológicos permiten considerar que se puede emplear diferentes tipos de ítems e innovar en el contenido de estos.

A pesar de las limitaciones de este trabajo dadas las condiciones en que se propuso y se desarrollo, es innegable que constituye un precedente muy importante no solamente para generar estrategias que busquen evaluaciones igualmente precisas para poblaciones diferentes, tema que ha venido trabajando el grupo de investigación hace mas una década, sino un avance tecnológico que integra algunos de los avances en el desarrollo de TAIs con estándares actualizados para el diseño y desarrollo de sistemas que garanticen la accesibilidad de población en condiciones de discapacidad.

Referencias

- Abad, F. J., Olea, J., Real, E. y Ponsoda, V. (2002). Estimación de habilidad y precisión en test adaptativos informatizados y test óptimos: Un caso práctico. *Revista Electrónica de Metodología Aplicada*, 7(1), 1-20.
- American Educational Research Association, American Psychological Association y National Council on Measurement in Education (2014). Standards for Educational and Psychological Testing. Washington D.C.: Autor
- Barrada, J. Olea, J. Ponsoda, V. y Abad, J. (2009). Item Selection Rules in Computerized Adaptive Testing: Accuracy and Security. *Methodology*. Vol. 5 (1). Pp. 7-17.
- Beltrán-Villamizar, Y. I., Martínez-Fuentes, Y. L. y Vargas-Beltrán, A. S. (2015). El sistema educativo colombiano en el camino hacia la inclusión. *Avances y retos. Educ. Educ.* Vol. 18, No. 1, 62-75. DOI: 10.5294/edu.2015.18.1.4
- Bennett, R., Rock, D. y Novatkoski, I. (1989). Differential ítem functioning on the SAT-M Braille edition. *Journal of Educational Measurement*, 26, 67-79.
- Bigelow, a.e. (1986). The development of reaching in blind children. *British Journal of developmental psychology* , 4, 355-366
- Castellanos, W. Alvarez, S. Perez, C. Carrión, C. y Ladino, A. (2008). Desarrollo humano de la Población con limitación visual por departamentos. Convenio de cooperación técnica. Instituto Nacional para Ciegos (INCI) y el Programa Nacional de Desarrollo Humano (PNDH). Bogotá.
- Castejon J.L. & Navas, L. (2007). Unas bases psicológicas de la educación especial 3ra edición. España: Alicante
- Chen, P. E. & Liou, M. (2003). Computerized adaptive testing using the Nearest-Neighbours criterion. *Applied Psychological Measurement*, 27, 204-216.
- Colvin, K.F. Keller, L. A. Robin, R. (2016). Effect of Imprecise Parameter Estimates on Ability Estimates in a Multistage Test in an Automatic Item Generation Context. *The Journal of Computerized Adaptive Testing*. DOI 10.7333/1608-040101 Vol. 4, num. 1. ISSN: 2165-6592

Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE- (2010). Registro de Localización y Caracterización de las Personas con discapacidad. Base de datos. Recuperado de http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/poblacion/ficha_discapacidad.pdf el 4 de noviembre de 2010.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE-. (2005). Censo general 2005. Discapacidad personas con limitaciones permanentes, Bogotá D.C. Recuperado de <http://www.dane.gov.co> el 11-09-2010.

Dezhi Chen, Haiqi Dai, Fenfang Li. (2010). “A Study on SPRT Termination Criteria’s Application in Computer Mastery Test Based on the Graded Response Model,” International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation, ICICTA, Vol. 1, pp.377-380.

Educational Testing Service (2004). International Principles for Fairness Review of Assessment.

Educational Testing Service (2003). Fairness Review Guidelines.

Espinosa, A. M. (2013). Evaluación Objetiva de los Procesos Cognitivos involucrados en la Comprensión de Lectura (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Gregory, R. (2000). Evaluación Psicológica. Historia, principios y aplicaciones. México: Manual Moderno, capítulos 1, 2,7 y 15.

Herrera, A. N., Barajas, R. y Jiménez, G. J. (2015). Validez en Test Adaptativos Informatizados: Alternativa para evaluar población con limitaciones visuales. *Avaliação Psicológica*, 14(3), 299-307. doi: 10.15689/ap.2015.1403.01

Hidalgo-Montesinos, D. y Gomes, J. (2003) Desarrollos recientes de en psicometría. *Revistas Avances en medición*. Vol. 1 (1), pp. 17-36.

Holland, P. y Wainer, H. (1993), *Differential item functioning*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Instituto Nacional para Ciegos –INCI- (2010) Análisis de la inclusión social de la población con limitación visual en Colombia: Educación, salud e inserción laboral. Recuperado de internet 11 de sept. 2010 en

- Instituto Nacional para Ciegos –INCI- (2015). Plan estratégico 2015 – 2018. Recuperado de internet 24 marzo de 2018.
- Lopez-Cuadrado, J. Sánchez, J. (2005). Gentai: Generador de test adaptativos informatizados. Revista Iberoamericana de Informática Educativa. Nro. 2. pp. 9-24.
- Mancera, L. Baldiris, S. Fabregat, R. y Sánchez, M. (2016) Diseño universal para el e-learning: una experiencia en la universidad Manuela Beltrán para apoyar a un aprendizaje con ADHD. Revista ingeniería e innovación. Vol 4:(1) Enero - Junio 2016. ISSN 2346-0466
- Martín-Fernández, M. Ponsoda, V. Olea, J. Chun Shih, P. Revuelta, J. (2016) A multi-stage adaptive test of fluid intelligence, Psicothema, vol. 28, núm. 3, 2016, pp. 346-352. Universidad Autónoma de Madrid. Doi: 10.7334/psicothema2015.287
- Ministerio de Educación Nacional -MEN- (2010). Plan nacional de desarrollo educativo: Informe de gestión MEN La revolución educativa 2002-2010. Recuperado el 11 sept. 2010.
- Ministerio de Salud y Protección Social –MinSalud- (2015). Sala situacional de Personas con Discapacidad. Oficina de promoción social. Agosto 2015. Recuperado en <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PS/Sala-situacional-discapacidad-Nacional-agosto-2015.pdf>
- Ministerio de Salud y Protección Social –MinSalud- (2016). Registro para la localización y caracterización de discapacidad Logros y retos en Colombia. Observatorio Nacional de Discapacidad. Boletín 8. Marzo 2017.
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia –Min-tic- 2010. Lineamientos y metodologías en usabilidad para gobierno en línea. 23 de agosto de 2010
- Moreno, M y Rubio, S. (2011) Realidad y contexto situacional de la población con limitación visual en Colombia. Una aproximación desde la justicia y el desarrollo humano - Bogotá: Instituto Nacional para Ciegos (INCI) - Instituto de

Desarrollo Humano, Facultad de Medicina - Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina: Grupo de Políticas Públicas y Discapacidad, ISBN: 978-958-46-0355-5.

Núñez m.a. (1999). El desarrollo psicologico del niño ciego. Madrid:Alianza

Olea, J., Abad, F.J., Ponsoda, V., y Ximénez, M.C. (2004). Estrategias de selección de ítems en un test adaptativo informatizado para la evaluación de inglés escrito. *Psicothema*. Vol. 18, nº 4, pp. 828-834

Organización Mundial de la Salud. (2013). Salud ocular universal: un plan de acción mundial para 2014-2019. Organización Mundial de la Salud. <http://www.who.int/iris/handle/10665/105956> ISBN 9789243506562

Organización Mundial de la Salud –OMS-. (2017) Ceguera y Discapacidad Visual Organización Mundial de la Salud. Nota descriptiva N° 282. Consultado en <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/> el 27 de marzo de 2018.

Organización Mundial de la Salud (2018). Clasificación Internacional de Enfermedades Undécima revisión (CIE-11). Disponible: <https://icd.who.int>

Patsula, Liane N., (1999) "A comparison of computerized adaptive testing and multi-stage testing." Doctoral Dissertations 1896 - February 2014. 3282. Recuperado en: http://scholarworks.umass.edu/dissertations_1/3282

Ponsoda, V., Olea, J. (2004). Los tests adaptativos informatizados: Investigación actual. Metodología de las Ciencias del Comportamiento, Suplemento Especial.

Revuelta, J., Ponsoda, V. y Olea, J. (1998). Métodos para el control de las tasas de exposición en test adaptativos informatizados. *RELIEVE*, vol. 4, n. 2. Consultado en http://www.uv.es/RELIEVE/v4n2/RELIEVEv4n2_4.htm el 3 septiembre de 2010.

Rojas, A.J. (2001). Pasado, presente y futuro de los tests adaptativos informatizados: entrevista con Isaac I. Bejar. *Psicothema*, 13, 685-690.


Rotou, O. Patsula, L. Steffen, M and Rizavi, S. (2007) Comparison of Multistage Tests With Computerized Adaptive and Paper-and-Pencil Tests. Educational Testing Service –ETS-, Princeton, NJ RR-07-04 March 2007

- Soler, M. P. (2014). Evaluación de la Comprensión de Lectura en personas con limitación visual (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Serlin, R.C. (2000) Testing for robustness in Monte Carlo studies. *Psychological methods*. Vol. 5, Nro. 2, pp. 230 - 240.
- Skrondal, Anders (2000) 'Design and Analysis of Monte Carlo Experiments: Attacking the Conventional Wisdom', *Multivariate Behavioral Research*, Vol. 35:2, 137-167.
- Stocking, M.L. & Swanson, L. (1998). Optimal design of item banks for computerized adaptive tests. *Applied Psychological Measurement*, Vol. 22, 271-280.
- Thompson, N.A. & Weiss, D.J. (2011). A Framework for the Development of Computerized Adaptive Tests. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 16 (1)
- Wang, K. (2017). A Fair Comparison of the Performance of Computerized Adaptive Testing and Multistage Adaptive Testing, Doctoral dissertation, Michigan State University. Pgs: 100. Recuperado en: <https://eric.ed.gov/?id=ED576561> . ISBN: 978-1-3697-6203-7d

APENDICE A. Instrumento Familiaridad Informática



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE CUSCO



icfes
mejor saber

GRUPO DE INVESTIGACIÓN MÉTODOS E
INTERMEDIOS PARA LA INVESTIGACIÓN
EN CIENCIAS DEL COMPORTAMIENTO
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGÍA



INSTRUMENTO FI - S

Número de identificación

Realice las siguientes preguntas y marque con una equis (X) según corresponda.

¿Tiene acceso a un computador?	<input type="checkbox"/> SI		<input type="checkbox"/> NO
¿En qué lugar(es)?			
	(Ej.: Casa, universidad, trabajo)		
¿Lo usa?	<input type="checkbox"/> SI		<input type="checkbox"/> NO
¿Con qué frecuencia semanal?	<input type="text"/>	Horas	¿Por qué?
¿Qué actividades realiza cuando lo usa?			
¿Cuándo necesita usarlo, requiere ayuda de un tercero?	<input type="checkbox"/> SI		<input type="checkbox"/> NO
¿Qué tipo de ayuda?			

92 TAI para personas con discapacidad visual o cieguera: Alternativa de evaluación con equidad

GRUPO DE INVESTIGACIÓN MÉTODOS E INSTRUMENTOS PARA LA INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS DEL COMPORTAMIENTO
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGÍA

¿Tiene acceso a INTERNET? SI NO

¿En qué lugar(es)?

(Ej.: Casa, universidad, trabajo)

¿Lo usa? SI NO

¿Con qué frecuencia semanal? Horas ¿Por qué?

¿Qué actividades realiza cuando lo usa?

¿Cuándo necesita usarlo, requiere ayuda de un tercero? SI NO

¿Qué tipo de ayuda?

¿Está familiarizado con algún software particular? SI NO

¿Cuál?



GRUPO DE INVESTIGACIÓN MÉTODOS E INSTRUMENTOS PARA LA INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS DEL COMPORTAMIENTO
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGÍA

¿Para qué lo utiliza?

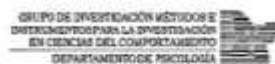
INSTRUMENTO FI - O

Califique de acuerdo con los siguientes criterios:

0	No realiza la acción.
1	Realiza la acción con ayuda del evaluador.
2	Realiza la acción de manera autónoma.

INSTRUCCIÓN		PUNT.			OBSERVACIONES
1	Prende el computador. <i>(Si ya está prendido, con que la persona lo simule, basta.)</i>	0	1	2	
2	Abre Word y pide que marque la siguiente acción: Escriba su nombre completo. <i>(Registrar tiempo y dedos que utiliza para digitar)</i>	0	1	2	
3	Ingrese a una página de internet.	0	1	2	
4	Busque una noticia reciente.	0	1	2	
5	En el Word abierto pide que realice la siguiente acción: Copie y pegue la noticia.	0	1	2	

APENDICE B. Instrumento VP – Prueba de Usabilidad



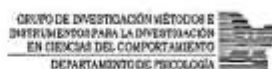
INSTRUMENTO VP

Marcar con una equis (x) según corresponda.

PREGUNTA				¿POR QUÉ?
1	Siente que le fue	<input type="checkbox"/> MEJOR <input type="checkbox"/> PEOR <input type="checkbox"/> IGUAL	en esta prueba que en la que presentó en SABER 11.	
2	Siente que fue	<input type="checkbox"/> BIEN <input type="checkbox"/> MAL <input type="checkbox"/> NO SABE	evaluado con esta prueba.	
3	Se sintió	<input type="checkbox"/> CÓMODO <input type="checkbox"/> INCÓMODO	presentando esta prueba.	
4	Se sintió	<input type="checkbox"/> NERVIOSO <input type="checkbox"/> TRANQUILO	presentando esta prueba.	
En comparación con la prueba que presentó en formato de lápiz y papel, considera que esta prueba computarizada:				
1	Presenta	<input type="checkbox"/> MAS <input type="checkbox"/> MENOS <input type="checkbox"/> IGUAL	probabilidad de que tenga errores en la calificación.	
2	Al tener menos ítems es	<input type="checkbox"/> MAS <input type="checkbox"/> MENOS <input type="checkbox"/> IGUAL	precisa en la calificación.	
3	Es	<input type="checkbox"/> MAS FACIL <input type="checkbox"/> MAS DIFICIL <input type="checkbox"/> IGUAL	de fácil o difícil.	

(Las preguntas referidas como 5, 6, 7 y 8 corresponden a la segunda parte del presente instrumento presentadas como 1, 2, 3 y 4, respectivamente)

94 TAI para personas con discapacidad visual o ceguera: Alternativa de evaluación con equidad



PREGUNTA		¿POR QUÉ?
1	¿Prefiere ser evaluado mediante este mecanismo que con la prueba tradicional de lápiz y papel?	SI
		NO

Preguntar lo siguiente de acuerdo con la versión de prueba que haya presentado:

VERSIÓN AUDITIVA		VERSIÓN VISUAL	
¿La voz del aplicativo fue clara? ¿Presentaba una entonación apropiada? ¿Tuvo inconvenientes relacionados con la calidad del sonido?		¿La letra del aplicativo fue clara? ¿Presentaba un tamaño y color apropiados? ¿Tuvo inconvenientes relacionados con la calidad de la imagen?	
Respuesta		Respuesta	

¿Considera que esta prueba tiene aspectos positivos? / Si responde afirmativamente, preguntar ¿Cuáles?

¿Tiene alguna observación adicional de la prueba?

APENDICE D. Frecuencia de exposición de los ítems del banco del TAI

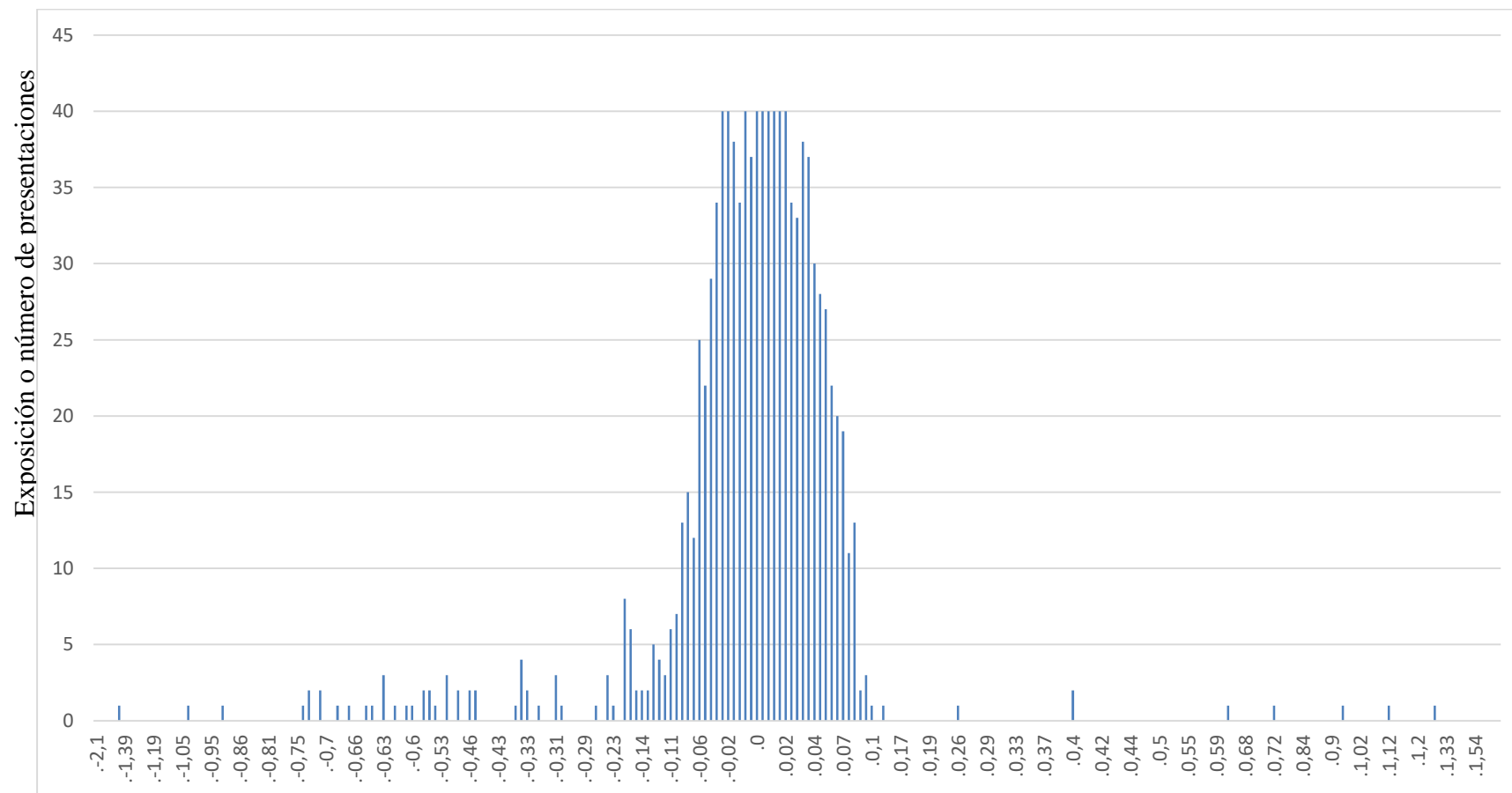


Figura 10. Frecuencia de exposición de los ítems del banco de (245) ítems distribuido en la escala de dificultad

APENDICE E. Estadísticos calibración ítems del banco de preguntas del TAI

Tabla 23.

Resumen estadísticos ítems banco TAI

Orden	Dificultad	S. E. (Lógito)	Infit		Outfit		Pt-Corr.	Ítem
			MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD		
57	2,26	0,19	1,06	0,5	1,35	1,8	0,03	2I10
35	2,06	0,18	1,08	0,7	1,53	2,9	-0,09	1I37
165	1,71	0,19	0,99	-0,1	1,01	0,1	0,23	4I16
83	1,54	0,15	0,99	0	1,08	0,7	0,22	2I36
170	1,54	0,18	1,03	0,3	1,11	0,9	0,14	4I21
116	1,47	0,14	1,07	1	1,14	1,4	0,13	3I16
73	1,35	0,14	1,08	1	1,16	1,6	0,11	2I26
33	1,34	0,15	1,08	1	1,2	2	0,03	1I35
221	1,33	0,17	1	0,1	0,96	-0,4	0,26	5I18
241	1,33	0,17	1,02	0,2	0,97	-0,2	0,24	5I39
178	1,32	0,17	1,08	1	1,14	1,3	0,07	4I31
214	1,27	0,16	1,03	0,4	1,03	0,3	0,21	5I10
168	1,26	0,16	1	0,1	1,03	0,4	0,22	4I19
86	1,21	0,14	1,03	0,4	1,09	1	0,19	2I39
50	1,2	0,14	1,07	1	1,12	1,4	0,13	2I02
204	1,2	0,16	1,02	0,3	1,04	0,5	0,2	4I58
144	1,19	0,13	1,02	0,4	1,09	1,2	0,21	3I46
180	1,19	0,16	1,07	0,8	1,14	1,4	0,09	4I33
124	1,18	0,13	1,06	1,1	1,11	1,4	0,16	3I24
174	1,12	0,16	1,08	1,1	1,14	1,5	0,07	4I26
2	1,09	0,14	1,03	0,5	1,06	0,7	0,16	1I03
220	1,09	0,16	1	0,1	1,05	0,6	0,24	5I16
203	1,08	0,16	1,04	0,6	1,03	0,4	0,17	4I57
215	1,07	0,16	0,99	-0,1	1,01	0,1	0,27	5I11
130	1,02	0,13	1,04	0,8	1,03	0,5	0,22	3I31
9	1	0,13	1,1	1,6	1,18	2,4	0,03	1I10
115	0,94	0,13	1,04	0,9	1,08	1,3	0,21	3I15
253	0,91	0,15	1,04	0,7	1,11	1,4	0,18	5I53
70	0,9	0,13	0,97	-0,5	0,97	-0,4	0,31	2I23
96	0,9	0,13	1,07	1,2	1,1	1,5	0,15	2I49
49	0,89	0,13	0,92	-1,5	0,92	-1,1	0,39	2I01
85	0,89	0,13	1	0	1,01	0,1	0,27	2I38
182	0,88	0,15	1	0	1,03	0,5	0,24	4I35
61	0,86	0,13	0,97	-0,6	0,95	-0,8	0,33	2I14
1	0,84	0,13	0,99	-0,2	1	0	0,25	1I02
32	0,84	0,13	1,01	0,3	1,03	0,4	0,21	1I34
90	0,79	0,13	0,97	-0,5	0,96	-0,5	0,31	2I43
109	0,76	0,12	0,98	-0,3	0,98	-0,4	0,31	3I09
8	0,73	0,13	0,98	-0,5	0,96	-0,6	0,29	1I09
211	0,72	0,15	0,97	-0,6	0,94	-0,9	0,33	5I07

Orden	Dificultad	S. E. (Lógito)	Infit		Outfit		Pt-Corr.	Ítem
			MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD		
39	0,71	0,13	0,98	-0,5	0,97	-0,6	0,29	1I41
22	0,69	0,13	0,98	-0,4	0,98	-0,3	0,28	1I23
103	0,69	0,12	1,05	1,2	1,1	1,9	0,2	3I02
59	0,68	0,12	1,08	1,7	1,1	1,8	0,15	2I12
66	0,68	0,13	0,97	-0,7	0,96	-0,7	0,33	2I19
3	0,66	0,13	1,07	1,7	1,12	2,2	0,09	1I04
101	0,65	0,12	1,16	3,3	1,23	3,8	0,02	2I54
52	0,64	0,12	0,97	-0,7	0,96	-0,7	0,33	2I04
207	0,64	0,15	1,13	2,6	1,16	2,5	0,07	5I03
212	0,59	0,15	1,05	1,1	1,04	0,7	0,21	5I08
25	0,55	0,13	0,95	-1,2	0,96	-0,8	0,33	1I26
108	0,55	0,12	1,06	1,6	1,08	1,7	0,2	3I08
123	0,55	0,12	1,07	1,9	1,08	1,7	0,18	3I23
161	0,55	0,15	0,96	-0,9	0,97	-0,5	0,32	4I12
152	0,54	0,15	0,97	-0,7	0,98	-0,3	0,31	4I03
230	0,54	0,15	0,97	-0,6	0,98	-0,4	0,32	5I27
34	0,53	0,13	1,04	1,1	1,06	1,2	0,17	1I36
139	0,53	0,12	1,14	3,6	1,17	3,4	0,08	3I41
63	0,51	0,12	0,9	-2,7	0,88	-2,5	0,44	2I16
122	0,5	0,12	1	0	1,03	0,7	0,28	3I22
210	0,5	0,15	0,97	-0,7	0,96	-0,7	0,33	5I06
31	0,47	0,12	0,97	-0,9	0,96	-0,9	0,31	1I33
233	0,46	0,15	1,08	1,9	1,09	1,8	0,15	5I30
150	0,45	0,15	1,11	2,4	1,12	2,4	0,07	4I01
102	0,44	0,12	1,1	2,7	1,15	3,3	0,14	3I01
114	0,44	0,12	1,06	1,8	1,07	1,6	0,2	3I14
156	0,43	0,15	1,08	1,8	1,09	1,8	0,12	4I07
169	0,43	0,15	0,95	-1,1	0,96	-0,9	0,34	4I20
28	0,42	0,12	1,01	0,4	1,02	0,5	0,22	1I29
45	0,42	0,12	1,08	2,1	1,1	2,2	0,11	1I52
121	0,42	0,12	0,95	-1,4	0,95	-1,1	0,37	3I21
154	0,42	0,14	1,01	0,2	1,01	0,3	0,24	4I05
142	0,41	0,12	1,1	2,8	1,12	2,7	0,14	3I44
254	0,41	0,15	1,03	0,6	1,03	0,7	0,24	5I54
15	0,4	0,12	0,95	-1,3	0,95	-1,3	0,34	1I16
175	0,4	0,14	1,02	0,5	1,03	0,6	0,22	4I28
185	0,4	0,14	0,99	-0,2	0,99	-0,3	0,27	4I38
216	0,4	0,14	0,99	-0,2	0,98	-0,3	0,3	5I12
37	0,39	0,12	1,02	0,6	1,01	0,2	0,22	1I39
224	0,38	0,14	1,14	3,3	1,16	3,1	0,06	5I21
74	0,37	0,12	0,97	-0,7	0,97	-0,6	0,32	2I27
78	0,37	0,12	0,91	-2,6	0,91	-2,2	0,42	2I31
54	0,36	0,12	1,04	1,2	1,08	1,7	0,2	2I07
93	0,35	0,12	1,03	0,9	1,03	0,7	0,23	2I46
94	0,33	0,12	0,93	-2,1	0,92	-2	0,4	2I47
171	0,33	0,14	1,01	0,2	1,01	0,3	0,24	4I23

99 TAI para personas con discapacidad visual o ceguera: Alternativa de evaluación con equidad

Orden	Dificultad	S. E. (Lógito)	Infit		Outfit		Pt-Corr.	Ítem
			MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD		
195	0,33	0,14	1	0,1	1	0	0,26	4I49
16	0,32	0,12	0,99	-0,4	0,98	-0,6	0,28	1I17
192	0,31	0,14	1,03	0,8	1,04	1	0,2	4I45
26	0,3	0,12	1	-0,1	1	-0,1	0,26	1I27
172	0,3	0,14	0,94	-1,6	0,94	-1,4	0,36	4I24
38	0,29	0,12	0,99	-0,2	1,01	0,2	0,26	1I40
149	0,29	0,12	1,04	1,3	1,05	1,2	0,24	3I53
100	0,27	0,12	1,08	2,4	1,09	2,2	0,15	2I53
235	0,27	0,14	1,08	2	1,1	2,1	0,16	5I32
246	0,27	0,14	0,96	-0,9	0,95	-1,1	0,35	5I45
27	0,26	0,12	1,06	2	1,07	1,9	0,14	1I28
205	0,26	0,14	1,06	1,5	1,07	1,5	0,19	5I01
256	0,26	0,14	1,04	1,1	1,04	0,8	0,22	5I56
20	0,25	0,12	0,99	-0,4	0,99	-0,3	0,28	1I21
75	0,2	0,12	1,01	0,3	1	0,1	0,27	2I28
158	0,19	0,14	1,04	1,1	1,04	1	0,19	4I09
187	0,19	0,14	0,97	-0,7	0,97	-0,8	0,31	4I40
252	0,19	0,14	0,97	-0,8	0,97	-0,6	0,33	5I51
4	0,18	0,12	1,06	1,8	1,08	2,1	0,15	1I05
21	0,17	0,12	1,04	1,4	1,05	1,3	0,18	1I22
69	0,17	0,12	1,01	0,4	1,03	0,7	0,26	2I22
80	0,13	0,12	0,95	-1,7	0,95	-1,4	0,36	2I33
239	0,13	0,14	1,12	2,9	1,14	2,9	0,1	5I36
53	0,12	0,12	1,15	4,5	1,19	4,7	0,04	2I05
177	0,12	0,14	1,03	0,8	1,03	0,9	0,21	4I30
84	0,1	0,12	0,89	-3,5	0,87	-3,6	0,46	2I37
133	0,09	0,12	0,98	-0,5	0,98	-0,5	0,33	3I35
163	0,09	0,14	1,21	5,5	1,23	5,4	-0,11	4I14
51	0,08	0,12	0,99	-0,3	0,98	-0,4	0,3	2I03
145	0,08	0,12	0,89	-3,3	0,88	-3,1	0,46	3I47
117	0,07	0,12	1,05	1,6	1,06	1,5	0,22	3I17
58	0,06	0,12	1,1	2,9	1,11	2,9	0,13	2I11
213	0,06	0,14	0,96	-0,9	0,95	-1	0,35	5I09
10	0,05	0,12	0,97	-0,9	0,97	-0,9	0,3	1I11
217	0,04	0,14	0,89	-3	0,88	-2,8	0,46	5I13
242	0,04	0,14	1,09	2,3	1,12	2,5	0,14	5I41
44	0,03	0,12	1,01	0,4	1,02	0,5	0,24	1I47
89	0,03	0,12	1,07	2,2	1,07	1,8	0,18	2I42
92	0,03	0,12	1,04	1,4	1,04	1,2	0,22	2I45
196	0,03	0,14	1	0,1	1,01	0,2	0,26	4I50
67	0,02	0,12	0,89	-3,6	0,88	-3,5	0,46	2I20
81	0,02	0,12	1,02	0,5	1,02	0,5	0,26	2I34
107	0,01	0,12	0,99	-0,4	0,97	-0,6	0,33	3I07
119	0,01	0,12	1,01	0,3	1,01	0,2	0,29	3I19
79	0	0,12	1,03	1,1	1,05	1,4	0,23	2I32
120	0	0,12	0,92	-2,3	0,91	-2,3	0,42	3I20

Orden	Dificultad	S. E. (Lógito)	Infit		Outfit		Pt-Corr.	Ítem
			MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD		
14	-0,01	0,12	0,97	-1	0,97	-0,9	0,31	1I15
186	-0,01	0,14	1,1	2,6	1,11	2,6	0,09	4I39
18	-0,02	0,12	0,96	-1,4	0,97	-1	0,32	1I19
36	-0,02	0,12	0,93	-2,5	0,91	-2,6	0,39	1I38
128	-0,02	0,12	0,96	-1,2	0,94	-1,4	0,37	3I29
219	-0,02	0,14	1,01	0,3	1	0	0,28	5I15
13	-0,03	0,12	0,97	-0,9	0,97	-1	0,3	1I14
43	-0,03	0,12	0,98	-0,8	0,97	-0,9	0,3	1I46
198	-0,03	0,14	0,99	-0,2	1	0,1	0,27	4I52
193	-0,04	0,14	0,96	-1,2	0,96	-1	0,33	4I47
104	-0,06	0,12	1,13	3,5	1,15	3,4	0,11	3I03
131	-0,06	0,12	1,01	0,3	1,02	0,4	0,29	3I32
68	-0,07	0,12	0,96	-1,3	0,95	-1,4	0,35	2I21
257	-0,07	0,15	0,98	-0,5	0,97	-0,6	0,32	5I57
162	-0,09	0,14	1,02	0,7	1,03	0,7	0,22	4I13
164	-0,11	0,14	0,91	-2,4	0,9	-2,6	0,42	4I15
255	-0,11	0,15	0,97	-0,7	0,96	-0,9	0,33	5I55
209	-0,12	0,15	1,13	3	1,16	3,1	0,08	5I05
229	-0,12	0,14	1,01	0,2	1,01	0,1	0,28	5I26
19	-0,13	0,12	0,98	-0,8	0,97	-0,8	0,3	1I20
40	-0,13	0,12	1,16	4,9	1,17	4,7	-0,03	1I43
24	-0,14	0,12	1,02	0,6	1,01	0,4	0,23	1I25
240	-0,14	0,14	1,1	2,3	1,11	2,2	0,14	5I37
237	-0,15	0,15	0,99	-0,3	0,99	-0,2	0,3	5I34
231	-0,16	0,15	0,94	-1,5	0,93	-1,5	0,39	5I28
159	-0,19	0,14	1,08	2,1	1,09	2,1	0,11	4I10
244	-0,22	0,15	1,05	1,1	1,07	1,4	0,21	5I43
88	-0,23	0,12	1,04	1,1	1,04	1,1	0,22	2I41
189	-0,24	0,14	0,95	-1,2	0,95	-1,2	0,34	4I42
97	-0,26	0,12	1,02	0,5	1,02	0,5	0,26	2I50
249	-0,27	0,15	0,96	-0,9	0,95	-0,9	0,35	5I48
76	-0,28	0,12	1,04	1,2	1,06	1,5	0,21	2I29
87	-0,29	0,12	0,98	-0,4	0,98	-0,4	0,3	2I40
129	-0,29	0,12	0,99	-0,2	0,98	-0,4	0,32	3I30
134	-0,29	0,12	1,06	1,4	1,07	1,5	0,21	3I36
166	-0,29	0,14	0,91	-2,3	0,89	-2,4	0,42	4I17
151	-0,3	0,15	0,98	-0,5	0,97	-0,7	0,3	4I02
206	-0,3	0,15	1,07	1,4	1,09	1,6	0,18	5I02
113	-0,31	0,12	0,95	-1,2	0,96	-0,8	0,36	3I13
17	-0,32	0,12	0,92	-2,5	0,91	-2,5	0,4	1I18
110	-0,33	0,12	0,93	-1,7	0,92	-1,7	0,4	3I10
126	-0,33	0,12	0,9	-2,5	0,86	-3	0,46	3I27
132	-0,33	0,12	1,09	2,1	1,11	2,1	0,17	3I34
225	-0,33	0,15	0,96	-0,8	0,95	-0,9	0,35	5I22
127	-0,36	0,12	0,92	-1,9	0,92	-1,6	0,41	3I28
251	-0,38	0,15	0,89	-2,3	0,9	-1,7	0,44	5I50

Orden	Dificultad	S. E. (Lógito)	Infit		Outfit		Pt-Corr.	Ítem
			MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD		
160	-0,4	0,15	0,99	-0,1	1	0	0,26	4I11
184	-0,4	0,15	1,01	0,2	1,01	0,2	0,23	4I37
191	-0,43	0,15	0,97	-0,6	0,97	-0,6	0,3	4I44
232	-0,43	0,15	0,9	-2	0,88	-2,1	0,44	5I29
153	-0,44	0,15	0,94	-1,3	0,93	-1,3	0,35	4I04
167	-0,44	0,15	0,88	-2,8	0,85	-2,9	0,47	4I18
226	-0,44	0,15	0,94	-1,1	0,92	-1,3	0,37	5I23
222	-0,46	0,15	0,98	-0,4	0,96	-0,7	0,32	5I19
12	-0,5	0,12	0,92	-2,1	0,91	-2,1	0,39	1I13
72	-0,53	0,12	1,02	0,6	1,04	0,8	0,23	2I25
143	-0,53	0,13	0,94	-1,2	0,92	-1,4	0,38	3I45
173	-0,53	0,15	1,01	0,1	0,98	-0,3	0,25	4I25
247	-0,53	0,15	1,03	0,7	1,04	0,6	0,22	5I46
250	-0,53	0,15	0,94	-1,1	0,93	-1,1	0,38	5I49
243	-0,54	0,15	0,96	-0,7	0,95	-0,6	0,34	5I42
42	-0,58	0,13	0,97	-0,7	0,96	-0,7	0,3	1I45
105	-0,58	0,13	1,05	1,1	1,08	1,3	0,21	3I04
188	-0,58	0,15	1,02	0,3	1,02	0,4	0,22	4I41
95	-0,6	0,12	0,9	-2,4	0,88	-2,3	0,43	2I48
201	-0,61	0,15	0,91	-1,7	0,88	-1,9	0,41	4I55
202	-0,61	0,15	0,99	-0,1	1	0	0,26	4I56
91	-0,62	0,12	0,96	-1,1	0,95	-0,9	0,34	2I44
183	-0,62	0,15	0,93	-1,4	0,9	-1,6	0,38	4I36
146	-0,63	0,13	0,98	-0,3	0,98	-0,4	0,32	3I50
155	-0,64	0,15	0,95	-0,9	0,95	-0,7	0,32	4I06
179	-0,64	0,15	0,95	-1	0,93	-1	0,34	4I32
71	-0,65	0,12	1,01	0,3	1,03	0,5	0,25	2I24
7	-0,66	0,13	0,97	-0,6	0,95	-0,9	0,31	1I08
112	-0,66	0,13	0,97	-0,5	0,97	-0,5	0,33	3I12
137	-0,66	0,13	0,93	-1,3	0,91	-1,3	0,39	3I39
176	-0,66	0,15	0,95	-1	0,93	-1	0,34	4I29
141	-0,67	0,13	0,97	-0,5	0,97	-0,4	0,33	3I43
5	-0,69	0,13	0,98	-0,3	0,97	-0,5	0,28	1I06
199	-0,7	0,15	1,1	1,7	1,15	2	0,05	4I53
47	-0,71	0,13	0,98	-0,5	0,99	-0,2	0,28	1I54
125	-0,71	0,13	0,97	-0,6	0,97	-0,4	0,33	3I25
148	-0,73	0,13	0,95	-0,8	0,93	-1	0,36	3I52
41	-0,74	0,13	1,07	1,3	1,11	1,8	0,11	1I44
55	-0,75	0,13	0,98	-0,3	0,97	-0,4	0,29	2I08
194	-0,75	0,15	1,02	0,3	1,06	0,8	0,19	4I48
197	-0,76	0,15	0,85	-2,5	0,8	-2,9	0,51	4I51
11	-0,8	0,13	1,05	1	1,1	1,5	0,13	1I12
29	-0,8	0,13	0,96	-0,8	0,93	-1,1	0,33	1I30
118	-0,8	0,13	0,95	-0,8	0,95	-0,7	0,35	3I18
223	-0,81	0,16	0,98	-0,3	0,98	-0,2	0,3	5I20
60	-0,84	0,13	0,95	-1,1	0,91	-1,4	0,36	2I13

Orden	Dificultad	S. E. (Lógito)	Infit		Outfit		Pt-Corr.	Ítem
			MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD		
236	-0,84	0,16	0,9	-1,4	0,86	-1,7	0,43	5I33
46	-0,85	0,13	0,9	-2	0,87	-2,1	0,43	1I53
138	-0,85	0,13	0,94	-1	0,9	-1,3	0,38	3I40
56	-0,86	0,13	0,99	-0,1	1	0	0,27	2I09
234	-0,86	0,16	0,99	-0,1	1,04	0,4	0,27	5I31
238	-0,86	0,16	1,01	0,1	0,97	-0,3	0,27	5I35
82	-0,87	0,13	0,95	-1	0,96	-0,5	0,34	2I35
106	-0,9	0,13	1,04	0,6	1,07	0,9	0,21	3I06
135	-0,9	0,13	0,92	-1,3	0,88	-1,6	0,4	3I37
6	-0,95	0,13	0,95	-0,8	0,92	-1,1	0,33	1I07
218	-0,95	0,16	0,88	-1,6	0,82	-1,9	0,46	5I14
136	-0,98	0,14	0,89	-1,7	0,85	-1,8	0,44	3I38
190	-0,98	0,16	1,07	0,9	1,12	1,3	0,09	4I43
98	-1	0,13	0,98	-0,3	0,98	-0,3	0,29	2I51
227	-1,04	0,16	0,98	-0,2	0,97	-0,2	0,29	5I24
23	-1,05	0,14	0,99	-0,2	1	0	0,24	1I24
65	-1,11	0,13	0,98	-0,2	0,96	-0,5	0,28	2I18
99	-1,12	0,13	0,86	-2,3	0,77	-3	0,49	2I52
62	-1,15	0,14	1,02	0,3	1,07	0,9	0,21	2I15
245	-1,15	0,17	1,02	0,3	1	0,1	0,22	5I44
48	-1,19	0,14	0,93	-0,9	0,9	-1,1	0,35	1I55
147	-1,21	0,14	0,89	-1,4	0,84	-1,7	0,43	3I51
111	-1,23	0,14	0,97	-0,3	0,91	-0,9	0,32	3I11
228	-1,3	0,17	0,92	-0,8	0,88	-1	0,37	5I25
77	-1,34	0,14	0,95	-0,6	0,9	-1	0,32	2I30
208	-1,39	0,18	0,93	-0,6	0,86	-1,1	0,36	5I04
181	-1,41	0,18	0,99	0	0,97	-0,2	0,22	4I34
140	-1,52	0,16	0,93	-0,7	0,87	-1,1	0,35	3I42
200	-1,56	0,18	0,96	-0,3	0,89	-0,8	0,28	4I54
157	-1,72	0,19	0,93	-0,5	0,79	-1,4	0,35	4I08
248	-1,86	0,2	0,95	-0,3	0,86	-0,8	0,3	5I47
30	-2,05	0,18	0,95	-0,3	0,84	-1	0,29	1I32
64	-2,1	0,18	1,01	0,1	1,02	0,2	0,17	2I17
Media	0	0,14	1	0	1	0,1		
D. E.	0,74	0,02	0,06	1,4	0,09	1,5		

APENDICE F. Diccionario de datos del TAI

TEST ADAPTATIVOS INFORMATIZADOS PARA INIDENTES: UNA ALTERNATIVA PARA EVALUAR CON EQUIDAD Data Dictionary

2019-01-26

Alphabetic Index

- [ambito](#)
- [ambitocompetencia](#)
- [ambitodocumentos](#)
- [ambitosproceso](#)
- [ambitotipopreg](#)
- [archivoscoment](#)
- [areas](#)
- [autor_institucion](#)
- [bt_detallepr](#)
- [bt_ordenrias](#)
- [bt_reproducciones](#)
- [bt_resultados](#)
- [bt_test](#)
- [bt_usuarios](#)
- [bt_usuarios_test](#)
- [ciudad](#)
- [claves](#)
- [comentarios](#)
- [comentariosgenerales](#)

- confetiore
- convocatorias
- departamentos
- difficultad
- difficultad tipos
- escolaridad
- estado
- estadosesien
- institucion
- letras
- parametros
- paramitem preg
- personocimiento
- persdatoshistoricos
- persona
- personadocuments
- plantrabajo
- plantrabajoinst
- preg audios
- preghistorico
- preguistas

ambito

[illegible]

105 TAI para personas con discapacidad visual o ceguera: Alternativa de evaluación con equidad

AMBINURE	INT(2)		✓						'4'	NUMERO DE RESPUESTAS
----------	--------	--	---	--	--	--	--	--	-----	----------------------

ambitocompetencia

Column name	DataType	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
AMCOCODI	INT(11)	✓	✓					✓		CONSECUTIVO
AMCOAMBI	INT(11)		✓							CODIGO DEL AMBITO
AMCOCOMP	TEXT		✓							NOMBRE DE LA COMPETENCIA

ambitodocumentos

Column name	DataType	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
AMDOCODI	INT(11)	✓	✓					✓		CONSECUTIVO
AMDOAMBI	INT(11)		✓							CODIGO DEL AMBITO
AMDOTIDO	INT(2)		✓							TIPO DOCUMENTO
AMDOCOME	VARCHAR(350)		✓							COMENTARIO
AMDOARCH	VARCHAR(100)		✓							NOMBRE DEL ARCHIVO
AMDOUSUA	INT(11)		✓							FORANEA DE USUARIOS USUACODI
AMDOFECH	DATETIME		✓							FECHA CREACION

ambitosproceso

Column name	DataType	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
ampocodi	INT(11)	✓	✓					✓		consecutivo
ampoambi	INT(11)		✓							ambito
ampoproc	INT(11)		✓							proceso

ambitotipopreg

--

[illegible]**archivoscoment**

Column name	DataType	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
ARCHCODI	INT(11)	✓	✓					✓		CODIGO DEL ARCHIVO
ARCHCOME	INT(11)		✓							CODIGO DEL COMENTARIO
ARCHNOM1	VARCHAR(255)								NULL	NOMBRE DEL ARCHIVO 1
ARCHRUT1	VARCHAR(255)								NULL	RUTA DEL ARCHIVO 1
ARCHNOM2	VARCHAR(255)								NULL	NOMBRE DEL ARCHIVO 2
ARCHRUT2	VARCHAR(255)								NULL	RUTA DEL ARCHIVO 2

areas

Column name	DataType	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
AREACODI	INT(3)	✓	✓					✓		CONSECUTIVO
AREANOMB	VARCHAR(120)		✓							NOMBRE

autor institucion[illegible]

107 TAI para personas con discapacidad visual o ceguera: Alternativa de evaluación con equidad

AUINPOTE	VARCHAR(1)		✓						'0'	1 POR TEMA, 0 POR SUBTEMA
AUINTEMA	VARCHAR(11)		✓							CODIGO DEL TEMA
AUINSUBT	VARCHAR(11)		✓							CODIGO SUBTEMA
AUINTIPR	VARCHAR(11)		✓							TIPO DE PREGUNTA
AUINCOMP	VARCHAR(11)		✓							codigo de la competencia

bt_detallerepr

Column name	DataType	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
BTDRCODI	INT(11)	✓	✓					✓		CONSECUTIVO
BTDRCOAD	INT(11)		✓							CODIGO DEL AUDIO
BTDRNOAU	VARCHAR(200)		✓							NOMBRE DEL AUDIO
BTDRHORE	VARCHAR(20)		✓							HORA REPRODUCCION
BTDRTEST	INT(11)		✓							FORANEA DE BT_USUARIOSTEST BTUTCODI
BTDRPREG	INT(11)		✓							CODIGO DE LA PREGUNTA

bt_ordenrtas

Column name	DataType	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
BTORCODI	INT(11)	✓	✓					✓		CONSECUTIVO
BTORPREG	INT(11)		✓							CODIGO DE LA PREGUNTA
BTORRTA	VARCHAR(1)		✓							RESPUESTA
BTORTTEST	INT(11)		✓							FORANEA DE BT_USUARIOSTEST.BTUTCODI

bt_reproducciones

Column name	DataType	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
BTRECODI	INT(11)	✓	✓					✓		CONSECUTIVO

109 TAI para personas con discapacidad visual o ceguera: Alternativa de evaluación con equidad

BTTEFEIN	DATETIME		✓								FECHA INICIO
BTTEFEFI	DATETIME		✓								FECHA FIN
BTTEESTA	INT(1)		✓						'0'		ESTADO 0 ACTIVO, 1 INACTIVO
BTTEAMBI	INT(11)		✓								CODIGO DEL AMBITO

bt_usuarios

Column name	Data Type	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
BTUSCODI	INT(11)	✓	✓					✓		CONSECUTIVO
BTUSNOMB	VARCHAR(200)		✓							NOMBRE DEL USUARIO
BTUSCEDU	VARCHAR(20)		✓							CEDULA DEL USUARIO
BTUSCOUS	INT(11)		✓							CODIGO DE USUARIO

bt_usuariotest

Column name	Data Type	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
BTUTCODI	INT(11)	✓	✓					✓		CONSECUTIVO
BTUTTEST	INT(11)		✓							CODIGO DEL TEST
BTUTUSUA	INT(11)		✓							CODIGO DEL USUARIO
BTUTESUS	INT(1)		✓						'0'	ESTADO DEL USUARIO 0 ACTIVO 1 INACTIVO
BTUTESTE	INT(1)		✓						'0'	0 NO PRESENTADO 1 PRESENTADO
BTUTFEIN	DATETIME		✓							FECHA DE INICIO
BTUTFEFI	DATETIME		✓							FECHA FIN

ciudad

Column name	Data Type	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
CIUDCODI	INT(11)	✓	✓							CODIGO CIUDAD

110 TAI para personas con discapacidad visual o ceguera: Alternativa de evaluación con equidad

CIUDDEPA	INT(11)		✓						CODIGO DEPARTAMENTO
CIUDNOMB	VARCHAR(30)		✓						NOMBRE CIUDAD

claves

Column name	DataType	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
CLAVCODI	INT(11)	✓	✓					✓		CONSECUTIVO
CLAVNOMB	VARCHAR(30)		✓							NOMBRE
CLAVTIPR	INT(2)		✓							CODIGO DE TIPO DE PREGUNTA

comentarios

Column name	Data Type	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
COMECODI	INT(11)	✓	✓					✓		CODIGO DEL COMENTARIO
COMEPREG	VARCHAR(20)		✓							CODIGO DE LA PREGUNTA
COMEFECH	DATETIME		✓							FECHA DEL COMENTARIO
COMEESTA	INT(11)		✓							ESTADO DE LA PREGUNTA
COMENTAR	VARCHAR(1000)								NULL	COMENTARIO
COMEPERS	BIGINT(11)		✓							PERSONA QUE HACE EL COMENTARIO

comentarios generales

Column name	Data Type	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
COMECODI	INT(11)	✓	✓					✓		CODIGO DEL COMENTARIO
COMEPREG	VARCHAR(20)		✓							CODIGO DE LA PREGUNTA
COMEFECH	DATETIME		✓							FECHA DEL COMENTARIO
COMEESTA	INT(11)		✓							ESTADO DE LA PREGUNTA
COMENTAR	VARCHAR(1000)								NULL	COMENTARIO

111 TAI para personas con discapacidad visual o ceguera: Alternativa de evaluación con equidad

COMEARCH	VARCHAR(100)		✓					NOMBRE DEL ARCHIVO
COMPERS	VARCHAR(15)		✓					PERSONA QUE HACE EL COMENTARIO

configtipre

[illegible]

convocatorias

Column name	DataType	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
CONVCODI	INT(11)	✓	✓					✓		consecutivo
CONVNOMB	VARCHAR(100)		✓							nombre
CONVSIGL	VARCHAR(3)		✓							SIGLA
CONVAMBI	INT(11)		✓							AMBITO
CONVCERR	VARCHAR(1)		✓						0	0 permite creacion 1 no permite creacion de preguntas

departamentos

[illegible]

dificultad

Column name	DataType	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
-------------	----------	----	----	----	-----	----	----	----	---------	---------

112 TAI para personas con discapacidad visual o ceguera: Alternativa de evaluación con equidad

DIFICODI	INT(11)	✓	✓								CODIGO
DIFINIVEL	VARCHAR(100)		✓								NIVEL
DIFIGRADO	INT(11)		✓								GRADO

dificultad_tipores

Column name	DataType	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
DITRCODI	INT(11)	✓	✓					✓		CONSECUTIVO
DITRDIFI	INT(11)		✓							CODIGO DIFICULTAD
DITRTIPR	INT(11)		✓							CODIGO DE TIPO PREGUNTA

escolaridad

Column name	DataType	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
ESCOCODI	INT(11)	✓	✓					✓		CONSECUTIVO
ESCONOMB	VARCHAR(50)		✓							NOMBRE

estado

Column name	DataType	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
ESTACODI	INT(11)	✓	✓							CODIGO
ESTANOMB	TEXT		✓							NOMBRE

estadosesion

Column name	DataType	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
ESSECODI	INT(11)	✓	✓					✓		CONSECUTIVO
ESSENOMB	VARCHAR(50)		✓							NOMBRE

113 TAI para personas con discapacidad visual o ceguera: Alternativa de evaluación con equidad

institucion

Column name	DataType	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
INSCODI	INT(11)	✓	✓					✓		CODIGO INSTITUCION
INSNOMB	VARCHAR(80)		✓							NOMBRE
INSSIGLA	VARCHAR(3)		✓							SIGLA
INSCIUD	INT(11)		✓							CODIGO CIUDAD
INSCOLO	VARCHAR(8)		✓							COLOR

letras

Column name	DataType	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
LETRCODI	INT(1)	✓	✓					✓		CONSECUTIVO
LETRNOMB	VARCHAR(1)		✓							LETRA

parametros

Column name	DataType	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
PARAMOMB	VARCHAR(20)		✓						"	NOMBRE DEL PARAMETRO
PARAVALOR	VARCHAR(255)		✓							VALOR DEL PARAMETRO
PARADESC	TEXT		✓							DESCRIPCION DEL PARAMETRO
PARAESTA	VARCHAR(1)		✓							ESTADO DEL REGISTRO
PARADEFI	VARCHAR(200)		✓							DEFINICION DEL PARAMOMB
PARACOE	INT(11)		✓							CODIGO ESTARDAR
PARACODI	INT(11)	✓	✓							CONSECUTIVO DE PARAMETROS

paramitem_preg

Column name	DataType	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
-------------	----------	----	----	----	-----	----	----	----	---------	---------

114 TAI para personas con discapacidad visual o ceguera: Alternativa de evaluación con equidad

PIPRCODI	INT(11)	✓	✓					✓		CONSECUTIVO
PIPRPREG	INT(11)		✓							CODIGO DE LA PREGUNTA
PIPRPARA	VARCHAR(11)		✓							PARAMETRO A
PIPRPARB	VARCHAR(11)		✓							PARAMETRO B
PIPRPARC	VARCHAR(11)		✓							PARAMETRO C
PIPRFUTN	VARCHAR(11)		✓							FUNCION DE INFORMACION

persconocimiento

Column name	DataType	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
PECOCODI	INT(11)	✓	✓					✓		CONSECUTIVO
PECOPERS	VARCHAR(20)		✓							FORANEA DE PERSONA.PERSID
PECOARCO	INT(11)		✓							FORANEA DE AREAS.AREACODI
PECOROPO	VARCHAR(120)		✓							ROL PROPUESTO
PECOANEX	VARCHAR(10)		✓							AOS DE EXPERIENCIA
PECOFECH	DATETIME		✓							FECHA Y HORA PROCESO
PECOJUST	TEXT		✓							justificacion del conocimiento

persdatoshistoricos

Column name	DataType	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
PERSCODI	INT(11)	✓	✓					✓		CONSECUTIVO
PERSID	VARCHAR(14)		✓							CEDULA
PERSNOMB	VARCHAR(120)		✓							NOMBRE
PERSDIRE	VARCHAR(80)								NULL	DIRECCION
PERSTELE	VARCHAR(12)		✓							TELEFONO
PERSMAIL	VARCHAR(30)		✓							CORREO

115 TAI para personas con discapacidad visual o ceguera: Alternativa de evaluación con equidad

PERSCIUD	INT(11)		✓								CODIGO CIUDAD
PERSDESC	TEXT		✓								DESCRIPCION
PERSMODI	VARCHAR(20)		✓								PERSONA QUE MODIFICO
PERSFEMO	DATETIME		✓								FECHA HORA DE MODIFICACIO
PERSESCO	INT(1)		✓								ESCOLARIDAD
PERSGENE	VARCHAR(1)		✓								GENERO
PERSFENA	DATE		✓								FECHA DE NACIMIENTO
PERSTIID	INT(1)		✓								TIPOIDENTIFICACION.TIIDCODI
PERSCELU	VARCHAR(15)		✓								CELULAR

persona

Column name	Data Type	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
PERSID	VARCHAR(14)	✓	✓							CEDULA
PERSNOMB	VARCHAR(120)		✓							NOMBRE
PERSDIRE	VARCHAR(80)								NULL	DIRECCION
PERSTELE	VARCHAR(12)		✓							TELEFONO
PERSMAIL	VARCHAR(30)		✓							CORREO
PERSCIUD	INT(11)		✓							CODIGO CIUDAD
PERSDESC	TEXT		✓							DESCRIPCION
PERSESCO	INT(1)		✓							ESCOLARIDAD
PERSGENE	VARCHAR(1)		✓							GENERO
PERSFENA	DATE		✓							FECHA DE NACIMIENTO
PERSTIID	INT(1)		✓							TIPOIDENTIFICACION.TIIDCODI
PERSCELU	VARCHAR(200)		✓							CELULAR
PERSUSMO	VARCHAR(20)		✓							foranea de usuario usuacodi

116 TAI para personas con discapacidad visual o ceguera: Alternativa de evaluación con equidad

PERSFEMO	DATETIME		✓							FECHA DE LA MODIFICACION DE DATOS
----------	----------	--	---	--	--	--	--	--	--	-----------------------------------

personadocumentos

Columna name	Data Type	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
PDOCCODI	INT(11)	✓	✓					✓		CONSECUTIVO
PDOCARCH	VARCHAR(255)		✓							NOMBRE DEL ARCHIVO
PDOCTIDO	INT(2)		✓							FORANEA DE TIPODOCSPERSONA.TIPOCODI
PDOCVISI	VARCHAR(1)		✓						'V'	0 VISIBLE, 1 INVISIBLE
PDOCCOME	TEXT		✓							COMENTARIO
PDOCPERS	VARCHAR(20)		✓							FORANEA DE PERSONA.PERSID
PDOCAPRO	INT(1)		✓							1 EN ESPERA, 2 APROBADO, 3 RECHAZADO
PDOCJURE	TEXT		✓							JUSTIFICACION DEL RECHAZO
PDOCFECO	DATETIME		✓							FECHA DE ENVIO CORREO

plantrabajo

PLAN DE TRABAJO										
Columna name	Data Type	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment
PLTRCODI	INT(11)	✓	✓					✓		CONSECUTIVO DE LA TABLA
PLTRAMBI	INT(11)		✓							AMBITO DEL PLAN
PLTRTEMA	INT(11)		✓							TEMA
PLTRSUBTE	INT(11)								NULL	SUBTEMA
PLTRPROC	INT(11)		✓							PROCESO
PLTRDME	INT(11)		✓							DIMENSION
PLTRINST	INT(11)								NULL	INSTITUCION
PLTRCANT	INT(11)		✓							CANTIDAD
PLTRIIPR	INT(2)		✓							TIPO PREGUNTA

117 TAI para personas con discapacidad visual o cieguera: Alternativa de evaluación con equidad

PLTRCOMP	INT(11)	✓									CODIGO DE LA COMPETENCIA
----------	---------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--------------------------

plantrabajoinst

PLAN DE TRABAJO											
Column name	Data Type	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment	
PLTICODI	INT(11)	✓	✓					✓		CONSECUTIVO DE LA TABLA	
PLTIAMBI	INT(11)		✓							AMBITO DEL PLAN	
PLTIITEMA	INT(11)		✓							TEMA	
PLTISUBTE	INT(11)								NULL	SUBTEMA	
PLTIPROC	INT(11)		✓							PROCESO	
PLTIIDIME	INT(11)		✓							DIMENSION	
PLTIINST	INT(11)								NULL	INSTITUCION	
PLTICANT	INT(11)		✓							CANTIDAD	
PLTIITPR	INT(11)		✓							TIPO DE PREGUNTA	
PLTICOMP	INT(11)		✓							COMPETENCIA	

preg_audios

Column name	Data Type	PK	NN	UQ	BIN	UN	ZF	AI	Default	Comment	
PRAUCODI	INT(11)	✓	✓					✓		CONSECUTIVO	
PRAUPREG	INT(11)		✓							CODIGO DE LA PREGUNTA	
PRAURESP	INT(11)		✓							CODIGO DE LA RESPUESTA SI ES DE TIPO 3	
PRAUADI	VARCHAR(250)		✓							AUDIO EN MP3	
PRAUFRAS	TEXT		✓							FRASE EL AUDIO EN TEXTO	
PRAUORDE	INT(2)		✓							ORDEN DEL AUDIO	
PRAUTIPO	INT(1)		✓							1 CONTEXTO, 2 ENUNCIADO, 3 RESPUESTA	

[illegible][illegible]

